

République Algérienne Démocratique et Populaire
الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
Ministre de l'Enseignement Supérieure de la Recherche Scientifique
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Université de M'Hamed BOUGARA, Boumerdes
جامعة امحمد بوقرة- بومرداس

Faculté des Sciences
Département de Biologie



Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master en Biologie

Domaine : SNV

Filière : Ecologie et Environnement

Spécialité : Biodiversité et Environnement

Thème

**Impact des activités anthropiques sur la qualité des eaux
de surface : cas de l'oued Seybouse**

Présenté par : BOUACHI Meriem

BOULOUSA Rania

Soutenu publiquement le ... /... /2021, devant le jury composé de :

Mr. BELLOUT Yacine	Maître de conférences B à l'UMBB	Président
Mr. HARITI M'hamed	Maître assistant A à l'UMBB	Examineur
Mme REGGAM Asma	Maître de conférences B à l'UMBB	Promotrice

Année universitaire 2020/2021

DEDICACE

Je dédie ce modeste travail :

A mes très chers parents à qui je dois tous, je les Remercier à leurs encouragements, aides et les sacrifices Qu'ils ont fait pour moi. A ma mère ma source d'énergie et mon père, qui ont veillé sur mon parcours éducatif de ma première année jusqu'à maintenant.

A celui qui m'a offert le soutien moral, qui a été toujours présent pour moi, ma seule sœur MERIEM,

Et Mon marie

A mon cher encadreur Mme REGGAM, qui m'a donné le courage pour poursuivre la réalisation de ce thème

A mon binôme Meriem, Et A toutes mes amies sans exception

A tous ceux que j'aime, et a ceux qui m'aiment ...de près ou de loin

A toute la promotion



Rania

DEDICACE

Je dédie ce mémoire en premier lieu à ceux qui m'ont donné la vie, qui m'ont été la source de l'amour, de la tendresse, et du courage, qui m'ont soutenu durant 25 ans...

A mes très chers parents : Hamoud que Dieu lui fasse miséricorde et le place dans ses havres et Mezouar Djamila Je prie Dieu jour et nuit de la protéger pour moi

A ceux qui n'ont jamais cessé de me chérir et me soutenir : Mes chères sœurs : Amel, Wassila, Amina et son fils Abdenour, surtout mon adorable sœur Saida Mes chers frères : Anis, Ibrahim, Mohamed et son filles Maria, Lina A celui qui m'a offert le soutien moral, qui a été toujours présent pour moi, mon mari Sidali et ma belle-mère Hakima

A tous ma famille mes oncles, mes tantes et mes cousins et mes cousines

A toutes mes amies et collègues sans exception

A tous ceux que j'aime, et à ceux qui m'aiment... de près ou de loin.



Meriem

Remerciements

Avant tout, nous remercions Allah tout puissant qu'il nous a guidé tout au long de nous vie, qu'il nous a donné courage et patience pour passer tous les moments difficiles, qu'il nous a permis d'achever ce travail et de pouvoir le mettre entre vos mains aujourd'hui.

Tout d'abord, nous sincères remerciements et respects vont à notre encadreur Mme REGGAM ASEMA Nous la remercions de tout cœur pour sa patience et sa confiance qu'elle a toujours accordée durant notre travailles. Nous la remercions également pour sa disponibilité sans faille, des précieux conseils et ses encouragements qui nous a aidé notre travaille, de nous avoir assistés en mettant à notre disposition tous les moyens et les ressources nécessaires à la réalisation de ce travail Nous sincères aux remerciements tous les membres du jury :

Monsieur BELLOUT Yacine d'avoir accepté l'honneur de présider ce jury et évaluer ce modeste travail.

Monsieur HARITI M'hamed d'avoir accepté à participer à ce jury et d'examiner ce travail.

Nous tenons à remercier tous les enseignant de notre spécialité qui ont contribués à notre formation depuis la première année.

Finalement, nous sincères gratitudes vont également à toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la concrétisation de ce mémoire.



LISTE DES TABLEUX

Numéro	Titre	Pages
Tableau 1	Répartition par surface des sous bassins de la Seybouse	3
Tableau 2	Description géologique et hydrogéologique du site	8
Tableau 3	Précipitations moyennes mensuelles de la station de Guelma (2011-2020)	9
Tableau 4	Températures moyennes mensuelles de la station de Guelma (2011/2020)	10
Tableau 5	Evaluation des températures mensuelles de la région d'étude (Station de Guelma /Années 2011_2020).	Annexe
Tableau 6	Evaluation mensuelle des humidités relatives de la région d'étude (Station de Guelma (2011_2020)	Annexe
Tableau 7	Variations moyennes mensuelles des vents à la station de Guelma (Années 2011_2020)	13
Tableau 8	Température moyenne mensuelle et précipitation moyenne mensuelle (Station Guelma/2011_2020).	Annexe
Tableau 9	Caractéristiques morpho dynamiques moyennes des stations étudiées	23
Tableau 10	Description des stations étudiées et leurs caractéristiques biotiques et abiotiques.	26
Tableau 11	Classification des eaux d'après leur pH	29
Tableau 12	Relation entre la minéralisation et la conductivité électrique	30
Tableau 13	Guide de la conductivité d'une eau destinée à la consommation humaine	30
Tableau 14	Normes de la qualité de l'eau	Annexe

LISTE DES FIGURES

Numéro	Titre	Pages
Figure 1	Carte de situation géographique de la zone d'étude	4
Figure 2	Position des nappes souterraines dans la basse plaine de la Seybouse	6
Figure 3	Variations des précipitations moyennes mensuelles de la station de Guelma (2011_2020).	9
Figure 4	Variations des précipitations annuelles de la station de Guelma (2011_2020).	10
Figure 5	Variation des températures moyennes mensuelles dans la station de Guelma durant la période (2011/2020).	11
Figure 6	Variations des températures annuelles de la station de Guelma (2011_2020).	11
Figure 7	Courbe d'évaluation des températures de la région d'étude (années 2011-2020).	12
Figure 8	Evaluation mensuelle des humidités relatives de la station de Guelma (2011_2020).	13
Figure 9	Variations moyennes mensuelles des vents à la station de Guelma (Années 2011_2020)	14
Figure 10	Régime pluviothermique de la région de Guelma (2011_2020).	15
Figure 11	Climagramme d'Emberger de la région d'étude.	16
Figure 12	Carte du couvert végétal (d'après carte internationale du tapis végétal au 1/1000 000 feuilles Tunis-Sfax et Alger, complétées)	17
Figure 13	Carte montrant les différentes sources de pollution dans la zone d'étude.	19/20
Figure 14	Bassin versant de la Seybouse et sites de prélèvement	22
Figure 15	Variation spatiotemporelle de la Turbidité (NTU) au niveau de l'eau de l'oued Seybouse.	36
Figure 16	Variation spatiotemporelle du PH au niveau de l'eau de l'oued Seybouse.	37
Figure 17	Variation spatiotemporelle de la température au niveau de l'eau de l'oued Seybouse.	38

LISTE DES FIGURES

Figure 18	Variation spatiotemporelle de la conductivité au niveau de l'eau de l'oued Seybouse.	39
Figure 19	Variation spatiotemporelle de la salinité au niveau de l'eau de l'oued Seybouse.	40
Figure 20	Variation spatiotemporelle de potentiel redox au niveau de l'eau de l'oued Seybouse.	41
Figure 21	Variation spatiotemporelle de l'oxygène dissous (mg/l) au niveau de l'eau de l'oued Seybouse.	42
Figure 22	Variation spatiotemporelle de calcium au niveau de l'eau de l'oued Seybouse.	43
Figure 23	Variation spatiotemporelle du potassium au niveau de l'eau de l'oued Seybouse.	44
Figure 24	Variation spatiotemporelle des sulfates au niveau de l'eau de l'oued Seybouse.	45
Figure 25	Variation spatiotemporelle des nitrates au niveau de l'eau de l'oued Seybouse.	46
Figure 26	Variation spatiotemporelle des nitrites au niveau de l'eau de l'oued Seybouse.	47
Figure 27	Variation spatiotemporelle d'ammonium au niveau de l'eau de l'oued Seybouse.	47
Figure 28	Variation spatiotemporelle des phosphates au niveau de l'eau de l'oued Seybouse.	48

Liste des photos

Photos	Titre	Page
Chapitre 02		
01	Site de prélèvement N° 01 Medjaz Amar	23
02	Site de prélèvement N° 02 Zamzouma	24
03	Site de prélèvement N° 03 Boudaroua	24
04	Site de prélèvement N° 04 Chihani	25
05	Site de prélèvement N° 05 Sidi Salem	25



Liste des signes et abréviation

NTU : Unité de turbidité Néphélométrique

Q2 : quotient pluviométrique d'Emberger

P : précipitation

HAP : les hydrocarbures aromatiques

PCB: polychlorobiphényles

STEP : station de traitement des eaux potables



Table des matières

Dédicace
 Remerciements
 Liste des tableaux
 Liste des figures
 Liste des photos
 Liste des sigles et abréviation

Introduction générale 1

Chapitre 1 : Caractéristiques générales de la région d'étude

1.1. Caractéristiques physique du milieu 3

 1.1.1. Situation et cadre géographique 3

 1.1.1.1. Situation géographique 3

 1.1.1.2. Cadre géographique 4

 A. Le bassin de la haute Seybouse 4

 B. Le bassin de la moyenne Seybouse 5

 C. Le bassin de la basse Seybouse 5

 1.1.2. Cadre hydrogéologique 5

 1.1.2.1. Identification des nappes de la région de la basse Seybouse 6

 A. Nappe des formations superficielles 6

 B. Nappe des graviers 7

 C. Nappe des sables du massif dunaire de Bouteldja 7

 D. Nappe des alluvions de la haute terrasse 7

 E. Nappe des cipolins 7

 F. Nappe des travertins 7

 G. Nappe libre du cordon dunaire 7

 1.1.3. Climatologie 8

 1.1.3.1. Précipitations 8

 A. Précipitation moyennes mensuelles 9

 B. Précipitation totales annuelles 9

 1.1.3.2. Températures 10

 A. Températures moyennes mensuelles 10

 B. Températures moyennes annuelles 11

 C. Températures moyennes, maximale et minimale 12

 1.1.3.3. Humidité 12

 1.1.3.4. Vent 13

 1.1.3.5. Relation température et précipitation 14

 A. Diagramme pluviothermique de bagnouls et gaussen 14

 B. Quotient pluviométrique d'Emberger 15

 1.1.4. Couvert végétal 16

 1.1.5. Activités anthropiques 17

 1.1.5.1. Pollution domestique 17

 1.1.5.2. Pollution industrielle 18

 1.1.5.3. Pollution urbaine 18

 1.1.5.4. Pollution agricole 19

 1.1.6. Les principaux polluants 20

 1.1.6.1. Pollution physique 20

1.1.6.2. Pollution chimique.....	20
1.1.6.3. Pollution microbiologique	20
1.1.6.4. Les eaux usées	21

Chapitre 2 : Matériel et méthodes

2.1. Echantillonnage	22
2.1.1. Site et période de prélèvement	22
2.1.2. Matériel de prélèvement	26
2.1.3. Méthode de prélèvement	27
2.1.4. Transport et conservation au laboratoire	27
2.2. Méthode d'analyses	27
2.2.1. Différentes paramètres	27
2.2.1.1. Paramètres organoleptiques	28
A. Turbidité	28
2.2.1.2. Paramètres physico-chimiques	28
A. pH.....	28
B. Température.....	29
C. Conductivité.....	30
D. Salinité.....	31
E. Potentiel redox	31
F. Oxygène dissous.....	31
2.2.1.3. Paramètres de minéralisation globale	31
A. Calcium (Ca ²⁺).....	31
B. Potassium (K ⁺)	32
C. Sulfate (SO ₄ ³⁻).....	33
2.2.1.4. Paramètres concernant des substances indésirables	33
A. Nitrate (NO ₃ ⁻)	33
B. Nitrite (NO ₂ ⁻)	34
C. Ammonium (NH ₄ ⁺):	34
D. Phosphate (PO ₄ ³⁻)	35

Chapitre 3 : Résultats et discussion

3.1. Analyses Physico-chimiques des eaux	36
3.1.1. Paramètres organoleptiques	36
3.1.1.1. Turbidité.....	36
3.1.2. Paramètres physico-chimiques	36
3.1.2.1. pH	36
3.1.2.2. Température	37
3.1.2.3. Conductivité	38
3.1.2.4. Salinité	39
3.1.2.5. Potentiel redox.....	40
3.1.2.6. Oxygène dissous.....	41
3.1.3. Paramètres de minéralisation globale.....	42
3.1.3.1. Calcium (Ca ²⁺)	42
3.1.3.2. Potassium (K ⁺)	43
3.1.3.3. Sulfate (SO ₄ ³⁻)	44
3.1.4. Paramètres concernant des substances indésirables.....	44
3.1.4.1. Nitrate (NO ₃ ⁻)	44

TABLE DES MATIERES

3.1.4.2. Nitrite (NO_2^-)	45
3.1.4.3. Ammonium (NH_4^+).....	46
3.1.4.4. Ortho Phosphate (PO_4^{3-})	47
Conclusion générale	48
Références bibliographiques	49
Résumé	
Abstract	
ملخص	
Annexes	



Introduction



INTRODUCTION

La terre est généralement appelée la « planète Bleue » car l'eau représente trois quarts de sa surface (Kherifi et Achi, 2016). L'eau représente un pourcentage très important dans la constitution de tous les êtres vivants. Les eaux de surface occupent la plus grande partie du globe terrestre. Environ 98% de ces eaux sont des eaux marines. Les 2% restants constituent les eaux continentales représentées par les rivières, les lacs et les étangs (Gleick, 1993 ; Gerard, 1999).

L'Oued Seybouse draine un vaste bassin de 6471 Km², il prend naissance dans les hautes plaines de l'Atlas Tellien et s'étend jusqu'à son embouchure, qui se trouve à Sidi Salem près de la ville d'Annaba. La Seybouse résulte de la confluence de deux oueds qui sont le Cherf et le Bouhamdane. Au début des années quatre-vingt (1980) les responsables du secteur hydraulique ont commencé les travaux du barrage de Hammam Debagh, les eaux de ce dernier seront destinées à l'agriculture et à l'alimentation en eau potable de la région de Guelma. La première conséquence de cet ouvrage est la baisse des débits de l'Oued Seybouse, en effet les eaux alimentant ce cours d'eau proviennent uniquement de l'oued Charef.

La qualité des eaux dans le monde a connu ces dernières années une grande détérioration, à cause des rejets industriels non contrôlés, de l'utilisation intensive des engrais chimiques dans l'agriculture d'une part ainsi l'exploitation désordonnée des ressources en eau d'autre part. Ces dernières ont produit une modification chimique de l'eau en la rendant impropre aux usages souhaités. L'apport de substances étrangères dans un écosystème modifie ces conditions naturelles, ainsi les concentrations des polluants peuvent atteindre des valeurs nettement plus élevées que celle relevés initialement, ce phénomène constitue donc une menace particulière pour l'être humain et d'autres maillons fins (Koller, 2004).

L'influence anthropique sur l'un des grands oueds de l'Algérie orientale, l'Oued Seybouse, se manifeste par des activités très diverses liées souvent aux activités des agglomérations installées tout le long de ce cours d'eau (trois wilayas : Guelma, El-Tarf et Annaba) et aux activités agricoles qui sont pratiquées sur l'ensemble du bassin versant ou directement dans les petites parcelles aux bordures de cet écosystème (Djabri *et al.*, 2012). De plus, les eaux usées de l'ensemble des trois wilayas avec leurs communes sont déversées d'une façon précaire et sans traitement préalable dans l'oued. Ces rejets contiennent des concentrations importantes de micropolluants organiques, de nutriments et de métaux lourds toxiques et entraînent ainsi une dégradation considérable de la qualité des eaux de cet

écosystème lotique (Debieche, 2002). Ainsi, l'eau de ce milieu connaît depuis plusieurs années une dégradation notable de ses qualités physico-chimique et biologique.

Les eaux polluées doivent subir différents traitements physiques, chimique et biologique, selon le degré et la nature de la pollution (Cuq, 2007). Le contrôle de la qualité de l'eau est cependant devenu impératif, il joue un rôle important dans la santé publique car celle-ci est susceptible d'engendrer des altérations catastrophiques sur le sol, sur l'organisme humaine et même de toucher à la santé de toute une population (Roux, 1987).

L'objectif de cette étude a évalué la qualité physico-chimique de ce hydro-système et déterminer les causes possibles de la pollution et leurs influences sur l'évolution des paramètres physico-chimiques.

Le manuscrit que nous proposons s'organise de la façon suivante :

- Dans le chapitre 1, nous présentons une synthèse des connaissances sur les caractéristiques physiques et hydrogéologiques de la zone d'étude, en insistant plus particulièrement sur les conditions climatiques.
- Le chapitre 2 décrit les méthodes d'analyse mises en œuvre ; il reprend les principales méthodes d'évaluation de la qualité physico-chimique de l'eau utilisées dans le monde.
- Le chapitre 3 expose les résultats obtenus de l'échelle locale à celle du linéaire choisi dans l'hydrosystème lotique et permet de discuter l'ensemble des résultats obtenus.

Enfin, la conclusion dégage les points essentiels acquis et formule les perspectives des recherches à poursuivre pour aboutir à la constitution d'une collection de référence et d'une base de données fiables.

Chapitre 1 :
Caractéristiques générales de
la région d'étude



1.1. Caractéristique physique du milieu

1.1.1. Situation et cadre géographique

1.1.1.1. Situation géographique

La Seybouse est un des oueds les plus importants de l'Algérie par la longueur de son parcours, le nombre de ses affluents et la superficie de son bassin. La région d'étude fait partie du grand bassin versant de l'Oued Seybouse qui couvre au total une superficie de 6471 Km² (Bachiri N., 2011). Il possède trois parties : les hautes plaines (haute Seybouse), le tell méridional (moyenne Seybouse) et le tell septentrional (basse Seybouse).

La zone d'étude est située au Nord-Est Algérien entre les latitudes 36°15' et 37° Nord et longitudes 7°15' et 7°55' Est. C'est une partie intégrante du bassin versant de l'oued Seybouse d'une superficie de 1796 Km², ses limites naturelles sont :

- Au Nord : la mer méditerranée,
- Au Sud : les monts de Mahouna, Ain Larbi et Sedrata,
- A l'Ouest : le massif de l'Edough, les monts de Houara et Débagh,
- A l'Est : le prolongement oriental du système aquifère Annaba-Bouteldja et les monts de Nador N'baïl, est divisé en six sous-bassins principaux (Tab1). C'est le bassin le plus vaste, après celui de la Medjerda, de la partie orientale de l'Afrique du Nord Blayac (1912). (Reggam A., 2015).

Tableau 1 : Répartition par surface des sous bassins de la Seybouse (Reggam A., 2015)

Sous Bassins	Superficies (km ²)	Caractères général
14-01	1739	Haut Seybouse
14-02	1166	Moyenne Seybouse
14-03	1136	Moyenne Seybouse
14-04	818	Moyenne Seybouse
14-05	555	Moyenne Seybouse
14-06	1057	Basse Seybouse
Total	6471	

Source : [SOGETHA et SOGREAH : (1969 et 1976), A. GHACHI (1986)] in A.B.H.- C.S.M

La zone d'étude s'inscrit dans le territoire de trois wilayas. Elle occupe la partie centrale de la wilaya de Guelma, la majorité de la wilaya d'Annaba et la partie Ouest de la wilaya d'El Taref (Fig.1).

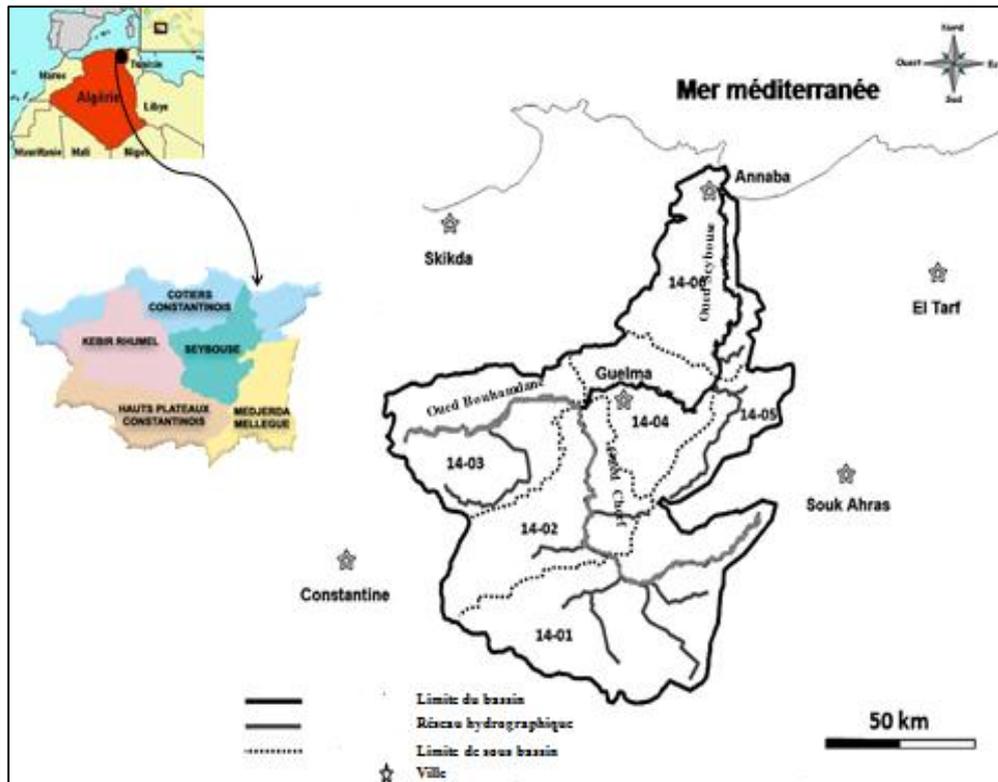


Figure 1: Carte de situation géographique de la zone d'étude.

1.1.1.2. Cadre géographique

Le bassin versant de la Seybouse présente des ensembles naturels fortement variés qui agissent sur le comportement hydrologique du bassin depuis les hautes plaines jusqu'à la chaîne numidique. Il est subdivisé en trois zones principales du Sud vers le Nord : La haute, la moyenne et la basse Seybouse.

A. Le bassin de la haute Seybouse

Dans Cette zone, le relief est assez simple dans son ensemble. Les oueds et leurs affluents convergent tous vers Moulin Rochefort. Cette zone peut être divisée en deux parties :

- **La plaine de Sédrata**

La plus grande partie de cette plaine est tributaire de la Seybouse. Cette zone est drainée par Oued Trouch et Oued Aïn Snob qui descendent de Djebel Terraguelt. Ces deux Oued sont parallèles l'un à l'autre dans leurs cours inférieurs et se jettent dans l'Oued Cherf au Sud de Moulin Rochefort, de même qu'Oued Settara qui se jette aussi au Moulin Rochefort.

- **La plaine de Tamlouka**

L'altitude de la plaine de Tamlouka varie entre 800 et 900 m. Elle est drainée par Oued El Melah qui prend naissance dans le flanc Sud-Ouest du Chebbet Sellaoua. La

rencontre de ce dernier avec plusieurs ramifications forme Oued Mgaïbsba qui se jette dans Oued Cherf.

Ainsi, la haute Seybouse est formée de deux grandes plaines presque fermées, situées sur la bordure septentrionale des hautes plaines constantinoises. Il s'agit de la plaine des Harecta et la plaine des Sellaoua. Les eaux de ces deux bassins pénètrent dans le tell par deux issues, le premier est la cluse de Moulin Rochefort où convergent les oueds de la plaine des Harecta, la deuxième est la capture pratiquée par l'Oued Mgaïbsba sur le secteur Nord-Est de la plaine (Ladlani I., 2007).

B. Le bassin de la moyenne Seybouse

C'est une région montagneuse à relief accidenté. L'orientation générale de celle-ci est Ouest - Sud-Ouest, Est - Nord-Est, sa largeur moyenne varie de 25 à 30 km. C'est l'atlas tellien.

Le bassin de la moyenne Seybouse est enserré entre les hautes plaines au Sud et la chaîne numidique au Nord. Ce secteur constitue la partie essentielle du bassin. Il est drainé par Oued Cherf qui descend du Moulin Rochefort à Medjez Amar, puis par Oued Bouhamdane qui prend sa source à Bordj-Sabath à Medjez Amar. Les deux Oueds Cherf et Bouhamdane sont les deux principaux affluents qui forment la Seybouse, ainsi qu'Oued Melah qui se jette dans Oued Seybouse près de Bouchegouf. Ce dernier est formé par la réunion d'Oued Sfa et Oued Ranem (Ladlani I.,2007).

C. Le bassin de la basse Seybouse

Après avoir traversé l'atlas tellien, Oued Seybouse continue son chemin entre Bouchegouf et Drean selon une direction Sud-Nord à travers la zone septentrionale du Tell. Cette zone constitue le dernier rempart à franchir par cet Oued, puis il finit dans la plaine littorale d'Annaba pour se jeter dans la méditerranée.

1.1.2. Cadre hydrogéologique

L'étude hydrogéologique d'un bassin est nécessaire pour la détermination des différents aquifères existants et pour une meilleure connaissance des différentes formations qui les constituent. L'identification des aquifères et la détermination de leur caractéristique hydrogéologique permette d'avoir une idée sur les potentialités en eau souterraine de la région.

En se basant sur la description géologique des terrains ainsi que sur les caractéristiques hydrogéologiques de chaque formation, on distingue :

1.1.2.1. Identification des nappes de la région de la basse Seybouse

La basse Seybouse renferme plusieurs nappes souterraines avec des potentialités hydrauliques différentes (Fig. 2) :

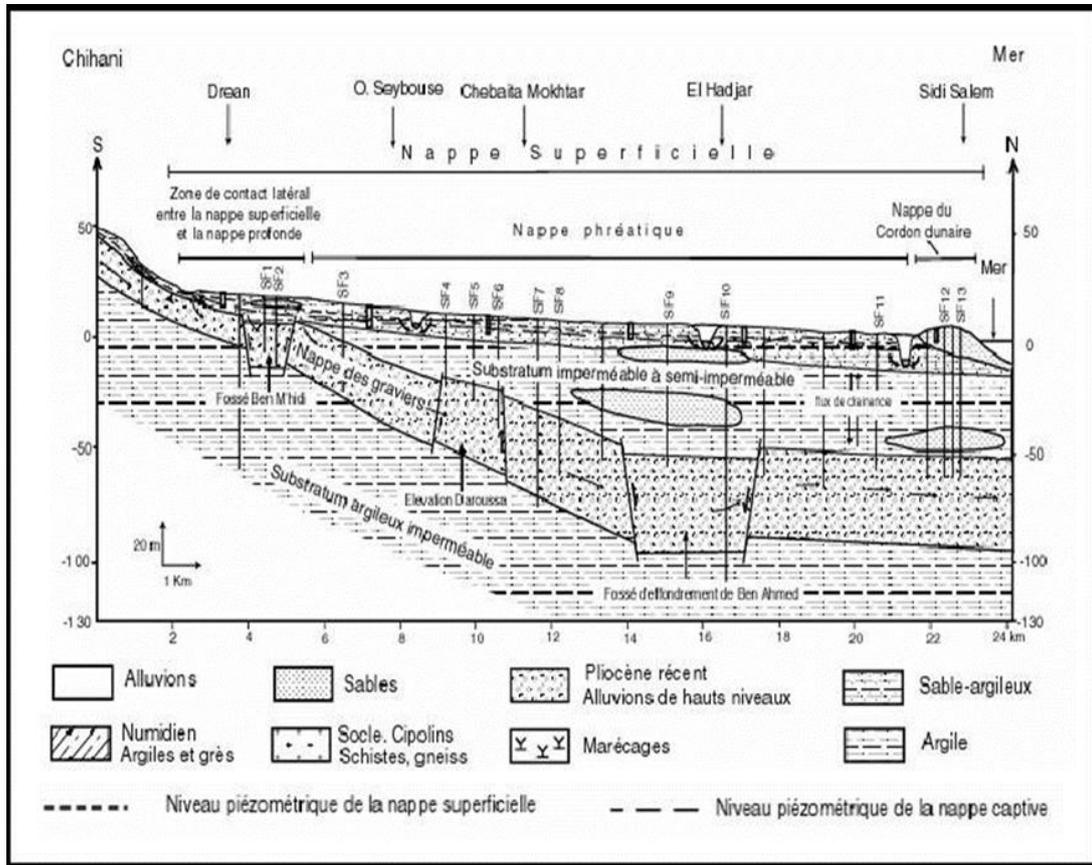


Figure 2 : Position des nappes souterraines dans la basse plaine de la Seybouse (Debieche H.T., 2002)

1 : Nappe des formations superficielles ; 2 : Nappe des sables du massif dunaire de Bouteldja ; 3 : Nappe des sables du cordon dunaire ; 4 : Nappe des alluvions de haut niveau ; 5 : Grès et argiles du Numidien ; 6 : Formations métamorphiques (nappe des cipolins) ; 7 : Marécages ; 8 : Failles ; 9 : Fosses.

A. Nappe des formations superficielles

Cette nappe est contenue dans des formations sablo-argileuses incluant des lentilles de sables. Le substratum est constitué par des argiles grises compactes. La répartition des lentilles sableuses est mal connue à cause de leurs faibles extensions, cependant, elles sont plus fréquentes à proximité de l'oued Seybouse, et à la périphérie des affleurements des grès numidiens. La nappe phréatique est globalement libre, sauf en quelques points où elle est captive sous des niveaux d'argiles. L'épaisseur de cette nappe varie de 0 à 18 m (Hamzaoui W., 2007). L'interprétation des données de pompage effectué dans la nappe phréatique a permis de fixer un ordre de grandeur de la transmissivité qui varie de $2 \cdot 10^{-6}$ à $8 \cdot 10^{-5}$ m² /s (Gaud, 1976), la perméabilité verticale du sol montre que la zone d'étude est

caractérisée par un sol moyennement perméable de 10^{-6} à 5.10^{-5} m/s (Hamzaoui W., 2007).

B. Nappe des graviers

Elle se situe en dessous de l'aquifère superficiel couvre l'ensemble de la zone d'étude. Elle est contenue dans des graviers, sable et cailloutis Plio-quadernaires. Elle est perméable et semis perméable et se développe sur toute leur étendue latérale. L'épaisseur de l'horizon aquifère des graviers et galets est très variable varie de 10 à 80 m (Debieche H.T., 2002). Le coefficient d'emmagasinement est parfois très faible de l'ordre de 10^{-4} . Captive dans sa presque totalité, elle devient libre en bordure Sud- Ouest, quand les graviers affleurement en surface (Khadri S., 2009). Cette dernière présente de bonnes qualités hydrauliques.

C. Nappe des sables du massif dunaire de Bouteldja

Elle est située au Nord-Est de la zone d'étude, c'est la nappe libre du massif dunaire et est contenue dans les sables éoliens reposant sur le remplissage mio-pliocène de la fosse de Ben-M'hidi. (Hani A., 2003)

D. Nappe des alluvions de la haute terrasse

Elle s'étend le long des massifs numidiens à l'Ouest et au Sud de la plaine d'Annaba. Ces alluvions graveleuses et caillouteuses à matrice argileuse ont des possibilités aquifères très limitées. (Khadri S., 2009)

E. Nappe des cipolins Elle se situe dans les massifs de bordure du Belilieta et de Boukhadra (proche du massif de l'Edough)

Elle est contenue dans des lentilles de cipolins, fissurés, existant au sein des gneiss et micaschistes du monoclinale métamorphique du Boukhadra. Ces calcaires sont en contact avec les alluvions de la plaine. Leur superficie est inférieure à 100 ha. (Hani A., 2003)

F. Nappe des travertins Elle est mal délimitée

Elle a été localisée dans le secteur compris entre Fardaous, la butte de Daroussa, Chbaïta et la ferme Hallalal Aissa (Hani A., 2003).

G. Nappe libre du cordon dunaire

Elle est contenue dans les dunes le long de la côte méditerranéenne sur une largeur de 0.5 à 2km, à l'Ouest de la Mafragh. Elle présente l'intérêt de protéger la nappe phréatique des venues d'eau salées (Hani A., 2003). Cette nappe est alimentée directement par les eaux de pluie et elle présente une porosité efficace de l'ordre de 10 % (Gaud B., 1976). La perméabilité y est de 10^{-4} à 10^{-3} m/s (Khérici, 1993).

Le tableau suivant a été réalisé sur la base de la description géologique des terrains ainsi que les caractéristiques hydrogéologiques de chaque formation, il synthétise et combine les caractéristiques géologiques et hydrogéologiques de chaque étage.

Tableau 2 : Description géologique et hydrogéologique du site (Debeiche H.T., 2002).

Ere	Système	Lithologie	Epaisseur (m)	Hydrogéologie	
				Perméabilité	Type de nappe
Quaternaire	récent	Sable	5 – 15	permeable	Nappe de cordon dunaire
	moyen	Sable-argileuse	0 – 20	Semi-perméable	Nappe phréatique
	ancien	Argile avec des Lentilles sableuses	50 -150	Imperméable à semi-permeable	substratum
Tertiaire	Pliocène	Graviers et galets	10 -150	Permeable	Nappe des graviers
	Miocène	Argile	250	Impermeable	Substratum
	Oligocène	Argilo-gréseux	150	Semi-permeable	Numidienne
	Eocène inf	Calcaire massif	-	Formations fissures	Nappe karstique
Secondaire	Crétacé	Calcaire dolomitique	-		
	Jurassique	Dolomie	-	-	-
	Trias	Dolomie-calcaire et gypse	-		
Primaire	Supérieur	Micaschistes et gneiss	-	Formations altérées	Nappe du socle métamorphique
	Intermédiaire	Schistes	-		
	Inférieur	Gneiss	-		

1.1.3. Climatologie

Le climat est un facteur abiotique important dans l'étude de la typologie et la fonction d'un milieu.

La région de Guelma est caractérisée par un climat continental avec des hivers froids et pluvieux, de type humide et subhumide.

Des étés très chauds et secs, quelques nuages orageux rompent la monotonie du temps, accompagnés d'averses de grêle et de fortes précipitations brèves et locales, alterne souvent avec des chaleurs brûlantes qui peuvent se manifester de manière violente même en juillet et début août.

1.1.3.1. Précipitations

Dans l'établissement du bilan hydrique, les précipitations sont l'élément le plus important parce qu'elles reflètent la circulation des eaux de surface et souterraines. De plus, toute étude climatologique nécessite une analyse bien détaillée des précipitations, car

la pluie est un facteur qui conditionne l'écoulement saisonnier et par conséquent, le régime des cours d'eaux.

A. Précipitation moyennes mensuelles

Les précipitations mensuelles recueillies à la station météorologique de Guelma sur une période de 10 ans (2011 - 2020) sont récapitulées dans le tableau 3. Leur répartition est illustrée par la Figure 3. La plus forte valeur des précipitations est marquée au mois de mars avec 81.94 mm, tandis que la plus faible caractérise le mois de juillet avec 4.16 mm

Tableau 3 : Précipitations moyennes mensuelles de la station de Guelma (2011-2020)

Mois	Jan.	Fév.	Mar	Avr.	Mai	Juin	Juill.	Aout.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
P(mm)	78,27	73,14	81,94	45,80	32,38	11,15	4,16	24,11	40,54	59,88	78,17	66,21

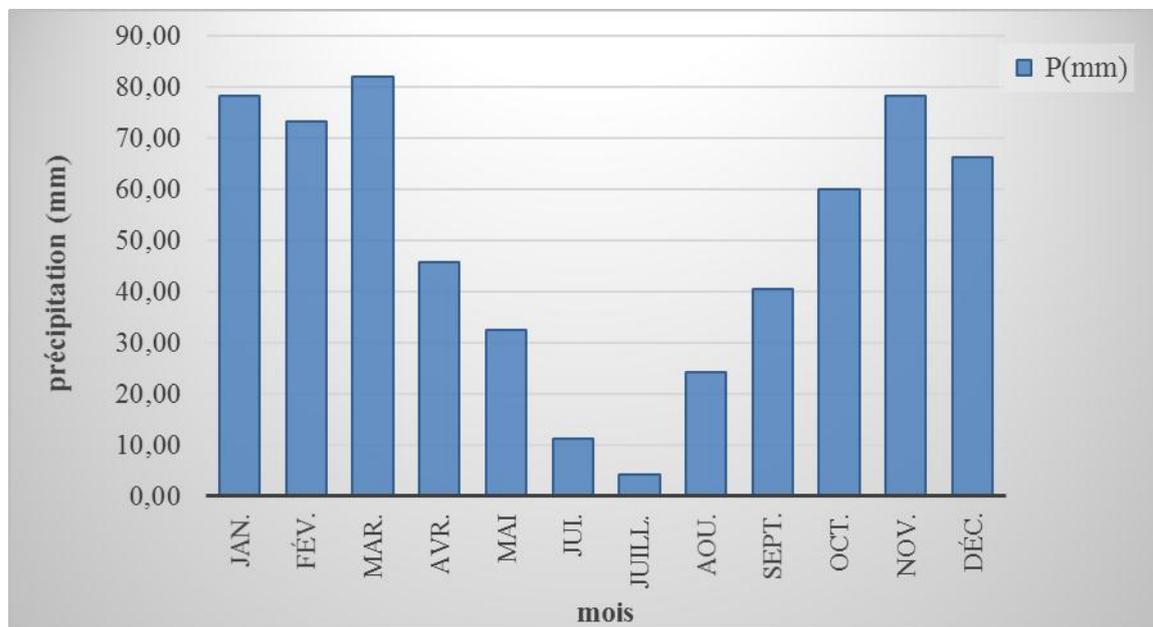


Figure 3 : Variations des précipitations moyennes mensuelles de la station de Guelma (2011_2020).

B. Précipitation totales annuelles

Cependant, l'analyse des variations interannuelles des précipitations montre une évolution en dents de scie dont les pics sont notés pendant les années 2014 - 2015 et 2013-2014 (660.95mm et 650.25 mm respectivement). (Fig. 4).

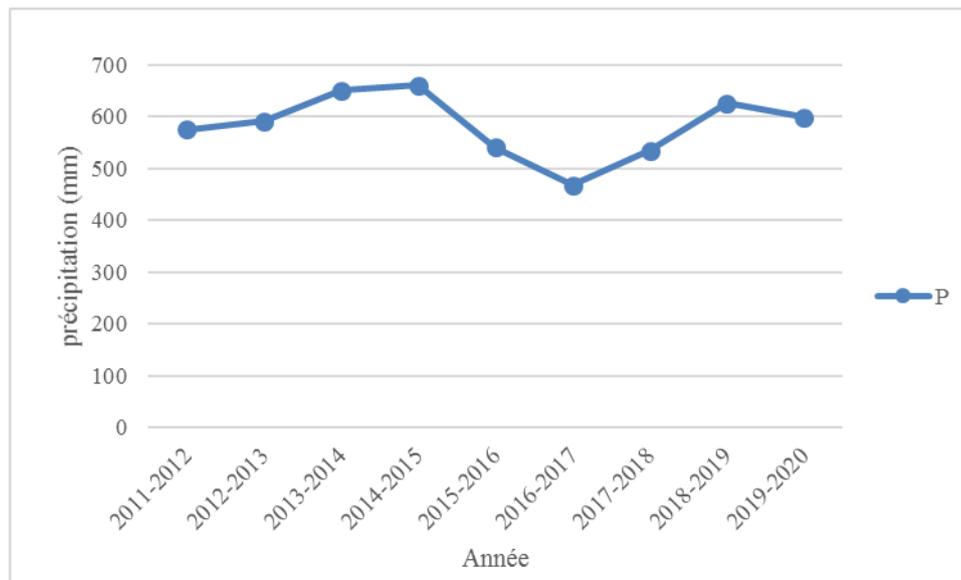


Figure 4 : Variations des précipitations annuelles de la station de Guelma (2011_2020).

1.1.3.2. Températures

La température est l'un des facteurs les plus importants dans l'étude climatique, car elle agit directement sur le phénomène d'évapotranspiration et par conséquent le déficit d'écoulement annuel et saisonnier (Emsalem, 1986). Elle dépend de l'obscrité, de l'altitude, de l'exposition, de la présence d'une grande masse d'eau (l'influence des mers et des lacs sur la régulation des températures), du sol, des formations végétales en place (les végétaux amortissant les variations de températures).

A. Températures moyennes mensuelles

Les données des températures disponibles sont des valeurs moyennes mensuelles mesurées au niveau de la station de Guelma sur une période de 10 ans. Ces valeurs sont consignées dans le tableau 4, leur répartition est illustrée sur la figure 5 :

Tableau 4 : Températures moyennes mensuelles de la station de Guelma (2011/2020)

Mois	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Juin.	Juill.	Aout.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
T(°C)	10,18	10,40	13,14	16,19	19,34	24,21	27,85	27,77	24,16	20,21	15,18	11,55

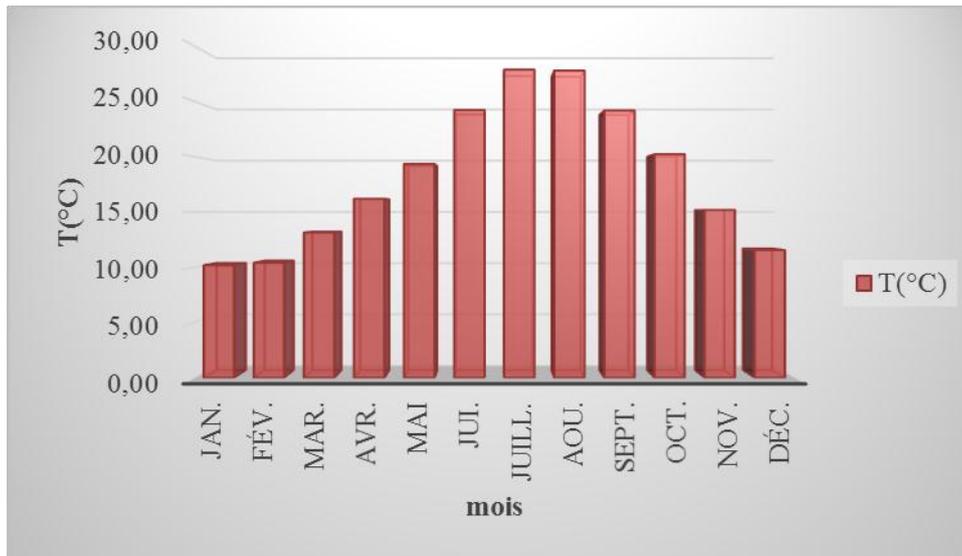


Figure 5 : Variation des températures moyennes mensuelles dans la station de Guelma durant la période (2011/2020).

Les températures sont variables d’une saison à l’autre avec des amplitudes parfois très importantes. Les moyennes des semestres froids (nov. – avr.) et chauds (mai. -- oct.) sont respectivement 12,77°C et 23,92°C (Tab.4).

D’après la figure 5 les plus faibles valeurs sont mesurées aux mois de janvier et février (10.18°C, 10.40°C) tandis que les plus fortes caractérisent les mois de juillet et août (27.85°C, 27.77°C).

B. Températures moyennes annuelles

L’analyse des variations interannuelles de la température montre une évolution en dents de scie, dont le pic est noté pendant les années 2016 – 2017 (21.55 °C). (Fig. 6).

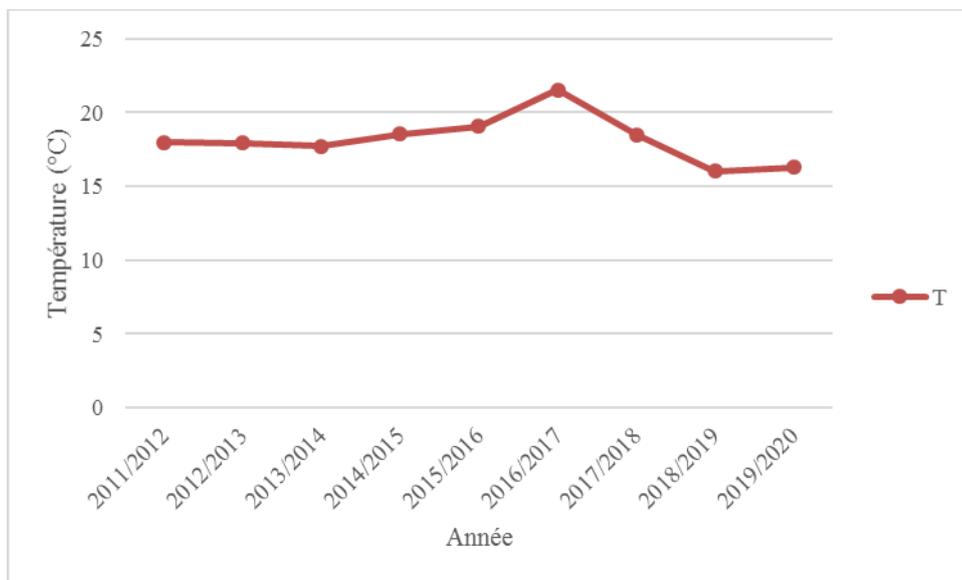


Figure 6 : Variations des températures annuelles de la station de Guelma (2011_2020).

C. Températures moyennes, maximale et minimale

La figure 7 donne l'évolution de la température en 2011 à 2020 selon les différents mois de l'année. Cette figure montre que :

La température moyenne annuelle est de 19.15°C. On note que la température moyenne mensuelle la plus élevée est celle du mois de juillet (27,85°C) alors que la température la plus basse est celle du mois de janvier (10.18°C).

Les données statistiques dont nous avons fait état sont consignées dans le tableau 5 (Annexes) donne pour chaque mois de l'année les températures suivantes :

T_m moyenne de tous les maxima du mois.

T₀ moyenne de tous les minima du mois.

M moyennes annuelles des températures.

Et donne les valeurs pour le mois le plus chaud et le mois le plus froid. Les résultats d'observations faites pendant 10 ans (2011_2020) (Fig. 7).

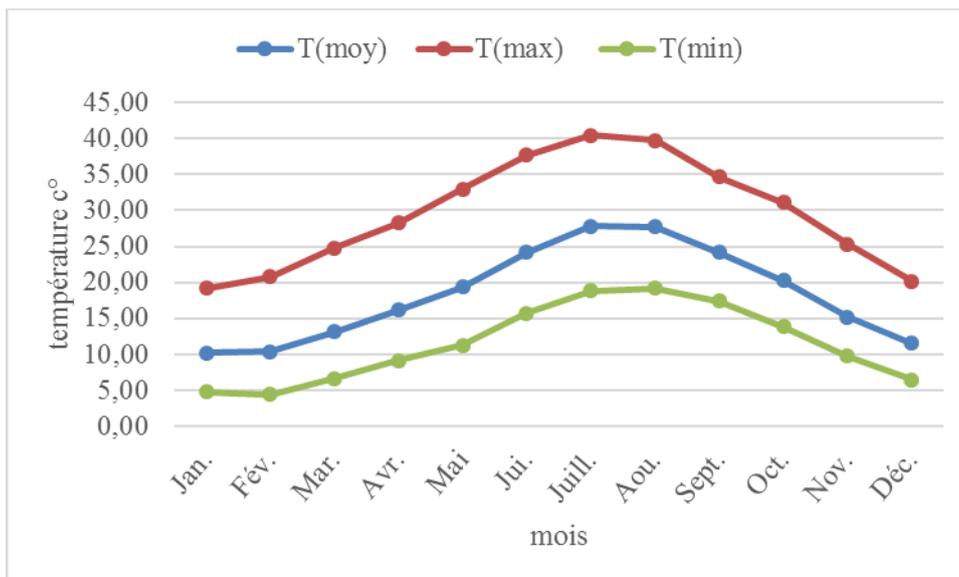


Figure 7 : Courbe d'évaluation des températures de la région d'étude (années 2011-2020).

1.1.3.3. Humidité

Les données récoltées sont enregistrées dans le tableau 6 (Annexes). La moyenne de l'humidité relative dans la période allant de l'année 2011 jusqu'à l'année 2020 est de l'ordre de 68,79%. Le maximum est enregistré au mois le plus froid (janvier 77.03%) et le minimum au mois le plus chaud (juillet 54.03%). (Fig.8)

L'humidité semble évoluer en sens inverse de la température et subir l'influence du vent. En effet, plus les températures sont élevées et plus les vents deviennent forts, plus les humidités relatives diminuent de façon marquée (Gausson et Bagnouls, 1953).

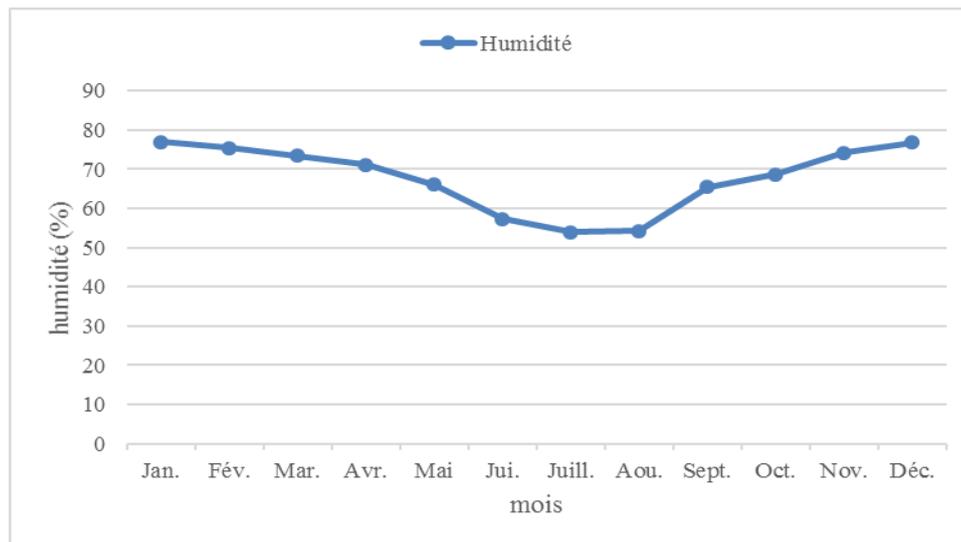


Figure 8 : Evaluation mensuelle des humidités relatives de la station de Guelma (2011_2020).

1.1.3.4. Vent

Le vent constitue dans certains biotopes un facteur écologique limitant. Sous l'influence des vents violents la végétation est limitée dans son développement, le vent a tout d'abord une action indirecte :

- ❖ En abaissant ou en augmentant la température.
- ❖ En augmentant la vitesse d'évaporation, il a donc un pouvoir desséchant.

L'analyse de la vitesse de vent a été effectuée en utilisant toutes les données encodées manuellement pour la période disponible de 9 ans (2011_2020), des observations synoptiques archivées à la Direction de la Station Météorologique de Guelma (Tab.7).

Tableau 7 : Variations moyennes mensuelles des vents à la station de Guelma (Années 2011_2020)

Mois	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Jui.	Juill.	Aout.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
V(m/s)	1,47	2,20	1,83	1,90	1,80	1,80	1,83	1,57	1,30	1,20	1,77	1,50

La vitesse moyenne annuelle est de 1,68m/s, la vitesse maximale est enregistrée en mois de février (2,20m/s) et la vitesse minimale est notée en mois d'octobre (1,20m/s) (Fig. 9).

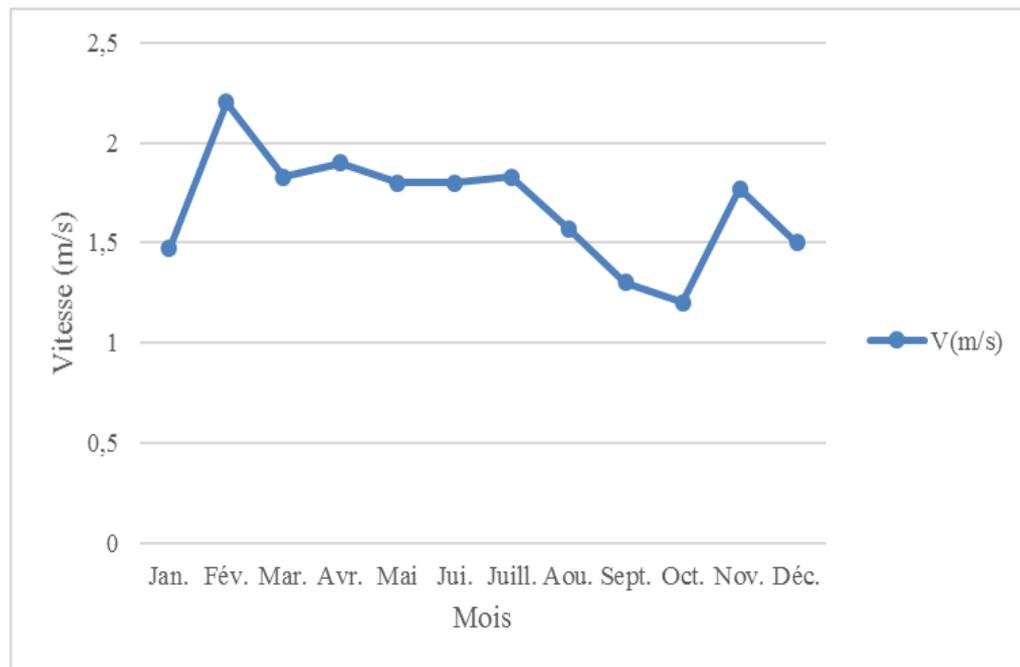


Figure 9 : Variations moyennes mensuelles des vents à la station de Guelma (Années 2011_2020)

1.1.3.5. Relation température et précipitation

A. Diagramme pluvio-thermique de bagnouls et gausсен

Diagramme pluvio-thermique de Gausсен est nécessaire de déterminer la période sèche et la période humide relative à la région, où sont portés en abscisses les mois, et en ordonnées les précipitations (P) et les températures (T). L'échelle de la précipitation est le double de celle des températures ($P=2T$).

A partir des valeurs de la température moyenne mensuelle et de la précipitation moyenne mensuelle pour la période (2011_2020) (Tab.8) (Annexes), le diagramme pluvio-thermique a été établi. Grâce à ce diagramme (Fig.10), on peut distinguer deux saisons :

- ❖ Une saison humide s'étend depuis le mois d'octobre jusqu'à la fin d'avril.
- ❖ Une saison sèche et chaude, s'étend du mois de mai jusqu'à de mois d'août.

Nous notons que la saison sèche nous indique un déficit de précipitation, par contre la saison humide présente un excédent.

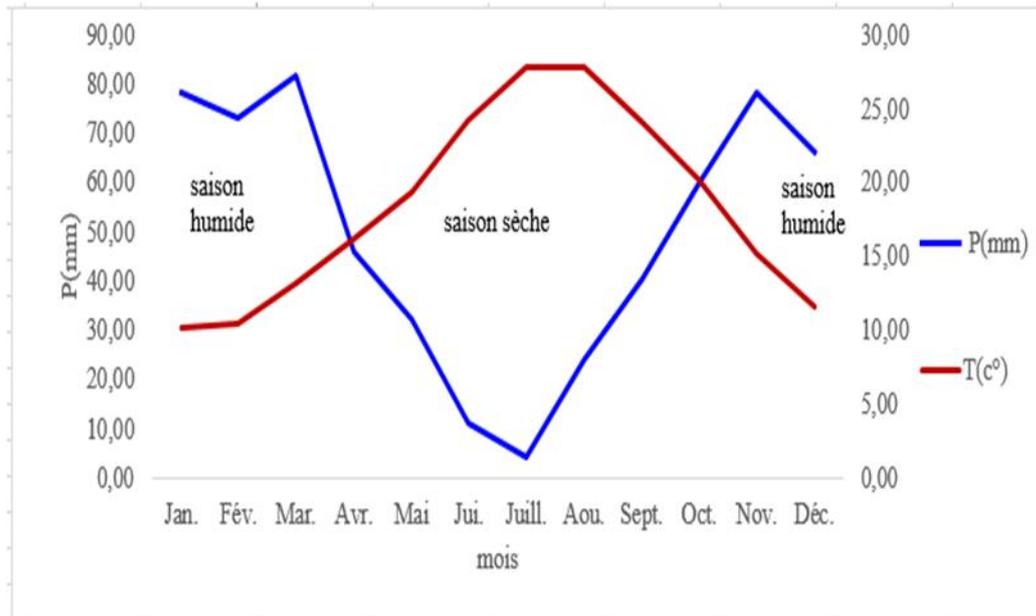


Figure 10 : Régime pluviothermique de la région de Guelma (2011_2020).

B. Quotient pluviométrique d'Emberger

Le Climagramme d'Emberger permet de connaître l'étage bioclimatique de la région d'étude.

- ❖ En abscisse la moyenne des minima du mois le plus froid.
- ❖ En cordonnées le quotient pluviométrique (Q2) d'Emberger.

Ce diagramme ou quotient pluviométrique est une représentation graphique issue d'une formule où la valeur des précipitations en mm, divisée par une expression de la T° en degré Kelvin, cette expression est choisie en fonction de la vie du végétal, cette formule s'écrit comme suit :

$$Q2 = [2000 P / M2 - m2]$$

Cette formule peut s'écrire selon Stewart (1969) qui a transformé le quotient d'Emberger pour le climat méditerranéen et a obtenu la formule suivante :

$$Q2 = 3,43 \times [P / M - m]$$

Où

P : Précipitation moyenne annuelle

M : moyenne des maxima du mois le plus chaud.

m : moyenne des minimum du mois le plus froid.

M et m sont exprimés dans l'expression de Stewart en ° Celsius.

M et m s'expriment en degré Celsius, Emberger a mentionné qu'un climat ne peut être caractérisé si à la valeur de Q2 ne vient pas s'ajouter celle de «m». Les stations météorologiques de même Q2 peuvent être différenciées par leurs valeurs de « m ».

Le Q2 nous a permis de localiser nos stations météorologiques sur le Climagramme d'Emberger. Cet auteur a mis au point un zonage du bioclimat méditerranéen du plus sec vers le plus humide en combinant les données climatologiques et celles de la végétation.

On distingue le plus souvent les étages bioclimatiques saharien, aride, semi-aride, subhumide et humide.

Calculer :

$$\left. \begin{array}{l} P= 595.75\text{mm} \\ M= 40.49^{\circ}\text{C} \\ m = 4.40^{\circ}\text{C} \end{array} \right\} Q_2= 56.6$$

L'emplacement de ces indices sur le Climagramme d'Emberger, a permis de situer la région de Guelma dans l'étage bioclimatique semi-aride à hivers frais subhumide à hivers chaud (fig. 11).

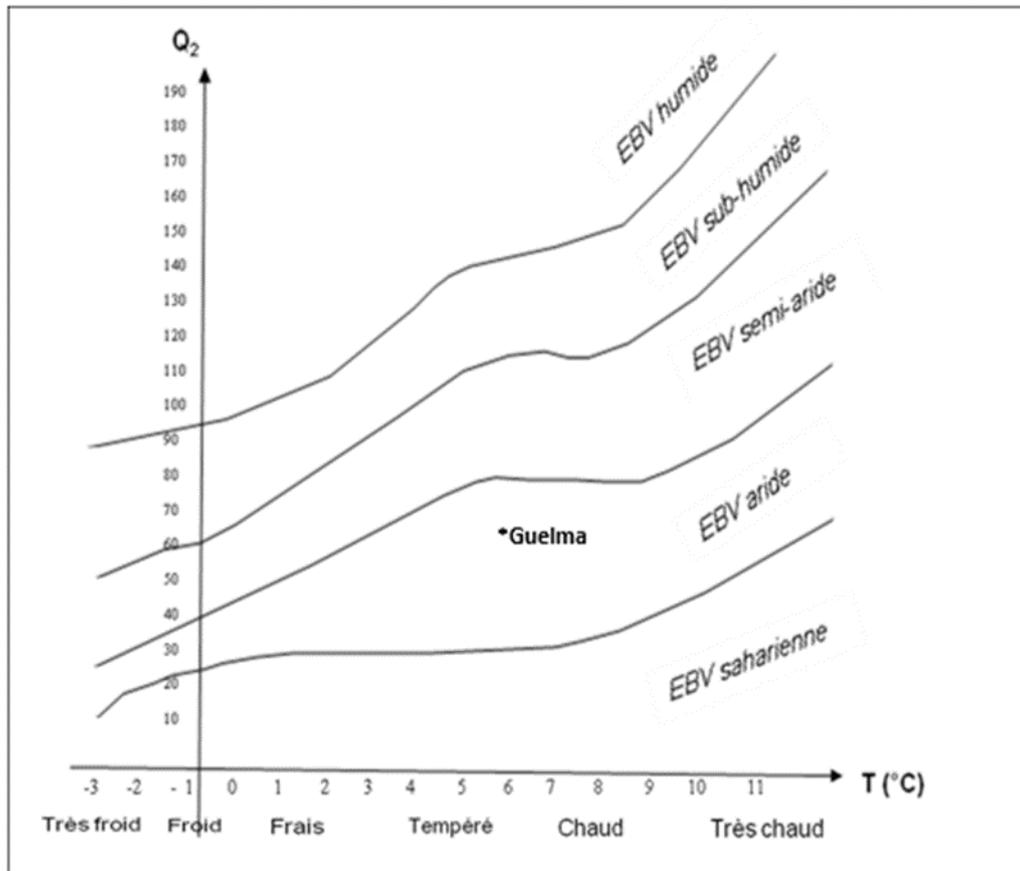


Figure 11 : Climagramme d'Emberger de la région d'étude.

Conclusion

L'analyse du climat de la zone d'étude (Bassin de la Seybouse) à partir des données climatologiques de la station montre que les caractéristiques climatiques, sont étroitement liées à leur position géographique, et à leur relief. On relève de fortes variabilités spatiales et temporelles de ces différents paramètres climatiques.

1.1.4. Couvert végétal

Le couvert végétal a une influence directe sur l'écoulement fluvial ainsi que les facteurs orographiques et climatiques. La résistance à l'écoulement est d'autant plus grande que le couvert végétal est plus dense (Fig.12). Dans la région d'étude, les aires agricoles sont localisées essentiellement dans la plaine alluviale. Les cultures pratiquées sont dominées par des cultures maraîchères et quelques vergers d'agrumes et d'arbres fruitiers. Les forêts, les maquis et les broussailles occupent pratiquement toute la bande des monts (Bachiri N., 2011).

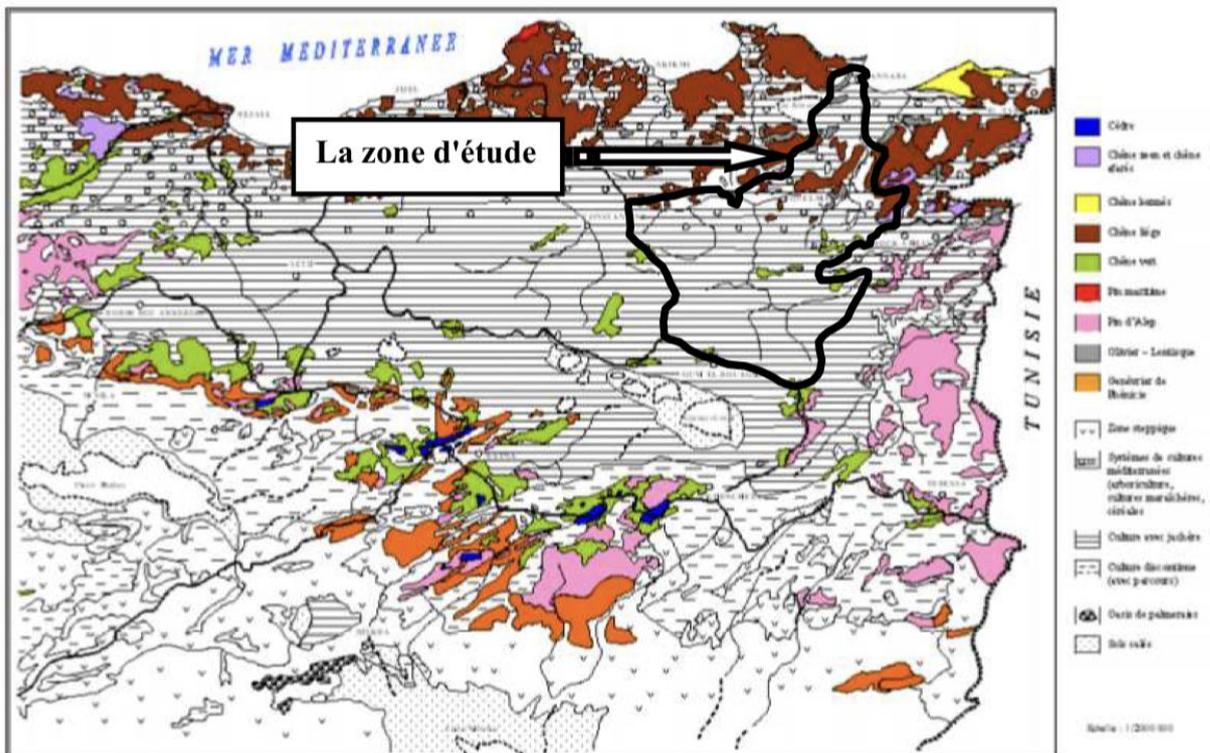


Figure 12 : Carte du couvert végétal (d'après carte internationale du tapis végétal au 1/1000 000 feuilles Tunis-Sfax et Alger, complétées) (Bechiri N., 2011)

1.1.5. Activités anthropiques

La pollution d'une eau superficielle est la dégradation de sa qualité en modifiant ses propriétés physiques, chimiques et biologiques. Les effets indésirables de ce phénomène sur les organismes vivants ont fait l'objet de nombreux travaux.

L'activité humaine c'est une pollution qui est due suite à la forte activité urbaine, domestique, industrielle et agricole.

1.1.5.1. Pollution domestique

Elle est généralement liée aux rejets d'eaux usées. Les eaux usées issues de l'utilisation d'eau quotidien (toilettes, cuisine, douche...) contiennent des déchets organiques ou de la matière fécale. Les habitations mal ou non raccordées au réseau d'assainissement collectif peuvent ainsi engendrer une pollution bactériologique de l'eau.

Les produits ménagers que nous utilisons sont chargés des polluants chimiques nocifs pour l'environnement. Mélangé à l'eau, ils terminent dans nos canalisations ou dans la nature et engendrent une pollution chimique. Difficilement traités par les réseaux d'assainissement. Les résidus de ces produits viennent enrichir les cours d'eau en substances chimiques [1].

1.1.5.2. Pollution industrielle

Un grand nombre d'opérations industrielles et manufacturières rejettent des agents polluants directement ou indirectement dans les sources d'eau environnantes (Chibani, 2009) Ces polluants sont caractérisés par une grande diversité, suivant l'utilisation de l'eau dans le processus de refroidissement, de lavage, d'extraction, de mise en solution et de l'activité des usines (Benchabane et Merzoug, 2015). Selon le type d'industrie on distingue diverses matières polluantes :

- ❖ Matières organiques et graisses (abattoirs, industrie agroalimentaires...).
- ❖ Hydrocarbures (industrie pétrolières, transport) ;
- ❖ Métaux (traitement de surface, métallurgie).
- ❖ Acides, bases, produits chimiques divers (industries chimiques, tanneries...).
- ❖ Eaux chaudes (circuits de refroidissements des centrales thermiques).
- ❖ Matières radioactives (centrales nucléaires ; traitement des déchets radioactifs) (Boucherit et Hakimi, 2016).

1.1.5.3. Pollution urbaine

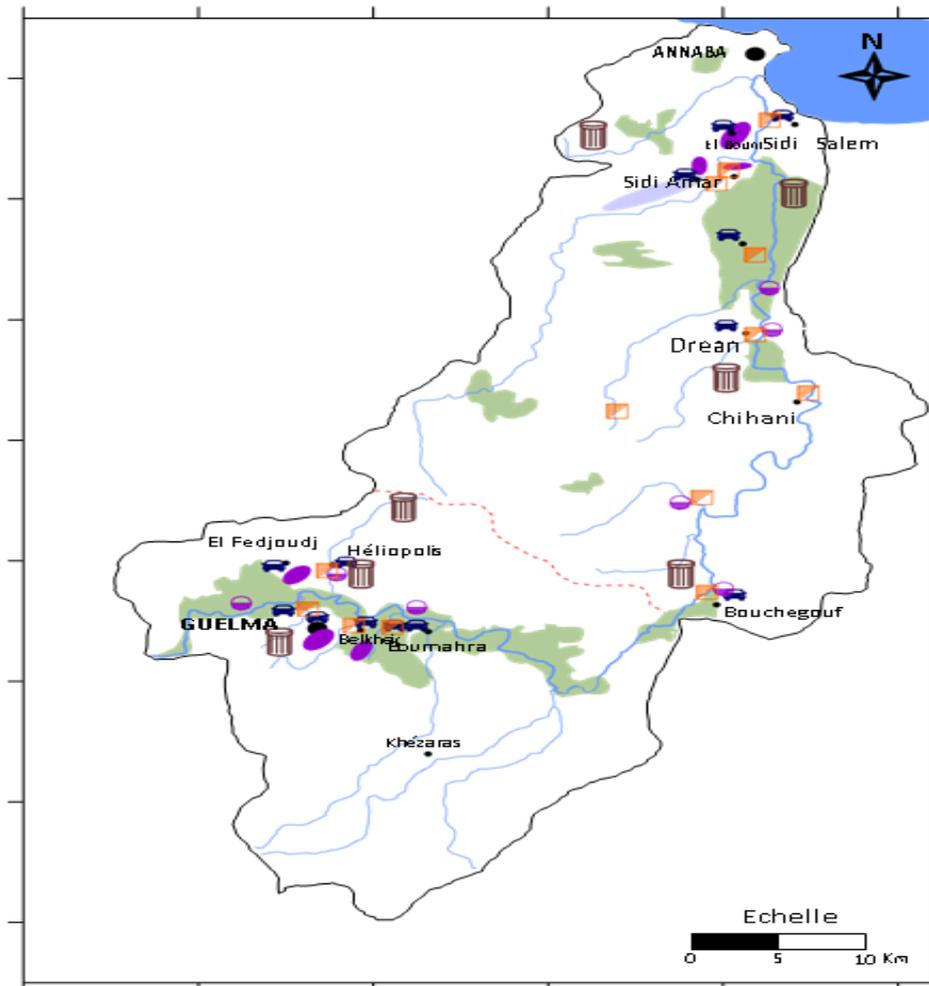
En milieu urbain les sources de pollution sont facilement identifiables, ce sont essentiellement les eaux pluviales, les résidus de traitement de la pollution domestique ainsi que les résidus de traitement des ordures managers. Elle est caractérisée par :

- ❖ Une teneur importante de matières minérale en suspension (sable, gravier, poussière).
- ❖ La présence de nombreux détritits solide.
- ❖ Des fortes concentrations en toxiques et hydrocarbures provenant essentielles des lessivages des parkings, résidus d'échappement des véhicules, résidus de corrosion des équipements métalliques (Boucherit et Hakimi, 2016)

1.1.5.4. Pollution agricole

La pollution liée à l'agriculture est causée par l'utilisation anarchique d'engrais, des pesticides et d'herbicides ou de fongicides. Les méthodes modernes exigent parfois des labourages profonds et violents, ce qui favorise l'infiltration directe des polluants (NO_3 , NO_2 , SO_4 , PO_4 et Cl) vers la nappe phréatique (Boucherit et hakimi, 2016). L'agriculture, l'élevage et l'aviculture sont des activités responsables de rejets de nombreux polluants organiques et inorganiques. Ces polluants atteignent les cours d'eau par le ruissellement de surface ou par l'écoulement souterrain (Bouras et Sekfali, 2013)

Le caractère rural de la population est derrière le nombre élevé des éleveurs, ce qui provoque une forte utilisation des engrais et des produits phytosanitaires et un taux élevé des excréments d'animaux, augmentant ainsi le taux de la pollution dans les ressources hydriques que ce soit souterraines ou superficielles (Bouchaala, 2010) (Fig.13).



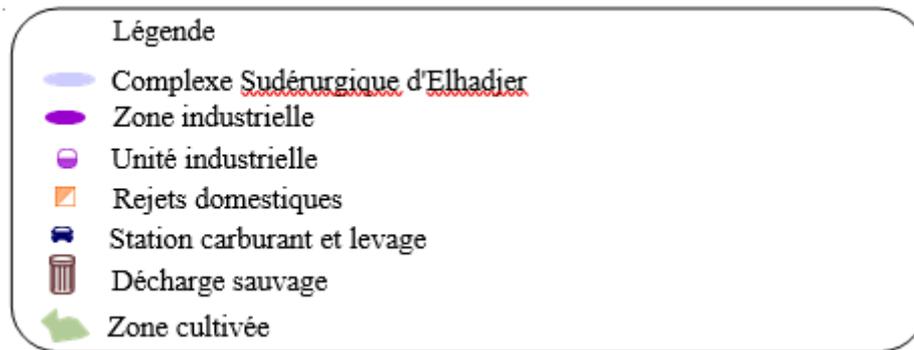


Figure 13 : Carte montrant les différentes sources de pollution dans la zone d'étude. (Bechiri N., 2011)

1.1.6. Les principaux polluants

Trois grandes familles caractérisent la pollution :

A. Pollution physique

Elle résulte de différents éléments solides entraînés par les rejets domestiques et industriels. On distingue :

A.1. Pollution solide

Elle provient des particules solides apportées par les eaux industrielles ainsi que les eaux de ruissellement et issue des décharges de déchets à ciel ouvert.

A.2. Pollution thermique

Causée généralement par les eaux des circuits de refroidissement des usines, en effet tout changement de température de l'eau a des conséquences significatives sur l'équilibre écologique du milieu aquatique naturel et la survie des organismes vivants.

A.3. Pollution radioactive

Liée aux rejets des éléments radioactifs par les installations et les centrales nucléaires ainsi que les usines de traitement de déchets radioactifs (Mekaoussi, 2014).

B. Pollution chimique

Elle est due aux polluants chimiques de nature organique et minérale générés par les différentes activités anthropiques. Ce type de pollution regroupe les solvants, les métaux (Zn, Pb, Cd, ...), les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), les polychlorobiphényles (PCB), les produits pharmaceutiques, les pesticides, les sels, etc...

C. Pollution microbiologique

Elle provient de plusieurs sources comme les rejets des hôpitaux, l'agriculture ainsi que les rejets d'eaux usées. L'eau se charge alors de microorganismes pathogènes

(bactéries, virus, parasites) qui peuvent être dangereux pour l'environnement et pour la santé humaine (Lounnas ,2009).

D. Les eaux usées

Une eau usée ou résiduaire est une eau issue des activités anthropiques (domestiques, industrielles, agricoles) qui a été dégradée après usage. Le rejet direct de ces eaux dans le milieu naturel représente la forme de pollution la plus dommageable pour l'ensemble des écosystèmes.

Ces eaux transportent des concentrations élevées en matières polluantes (azote, phosphore, matière organique, métaux lourds, bactéries pathogènes...), ce qui détériore la qualité des eaux pour les milieux récepteurs (rivières, lac, oued...) (Taghzout ,2015).

Suivant l'origine des substances polluantes, on peut classer ces eaux usées en 3 catégories :

D.1. Les eaux usées domestiques

Comme leur nom l'indique, elles résultent des activités humaines (les excréments humains, les eaux ménagères, etc. ...). Ces eaux sont généralement chargées en matière organique, azote et phosphore.

D.2. Les eaux usées industrielles

Elles proviennent essentiellement des usines et des installations industrielles ; ces eaux peuvent contenir des éléments traces métalliques (As, Pb, Cr, etc. ...), des solvants, des colorants, etc...

D.3. Les eaux usées agricoles

Elles proviennent du lessivage des terres cultivées et traitées avec des engrais et des pesticides, l'utilisation extensive de ces produits sont à l'origine de la présence des nitrates et des éléments traces métalliques (Zn, Cu, Pb, ...) dans ces eaux (Metahri ,2012).

Chapitre 2 : Matériels et Méthode



Introduction

L'étape d'échantillonnage influence directement la qualité des résultats analytiques obtenus. Des précautions élémentaires doivent être prises pour obtenir un échantillon représentatif. Afin de minimiser les risques associés à la contamination de l'échantillon par le préleveur, il faut s'assurer de la qualité du prélèvement, de la conservation et du transport adéquat des échantillons.

L'échantillonnage des eaux de l'oued Seybouse peut permettre de répondre à plusieurs questions concernant :

- La connaissance de base de la qualité de l'eau.
- L'identification d'une source de pollution.
- L'impact des rejets urbains et industriels sur la qualité de l'eau.
- L'impact de certaines pratiques agricoles.

2.1. Echantillonnage

2.1.1. Site et période de prélèvement

Tenant compte des diverses activités recensées dans la zone d'étude (eaux usées domestiques, industrielles et agricoles), cinq sites de prélèvements (S1 à S5) ont été choisis tout le long de l'oued Seybouse (Fig. 14) et (Tab.9).

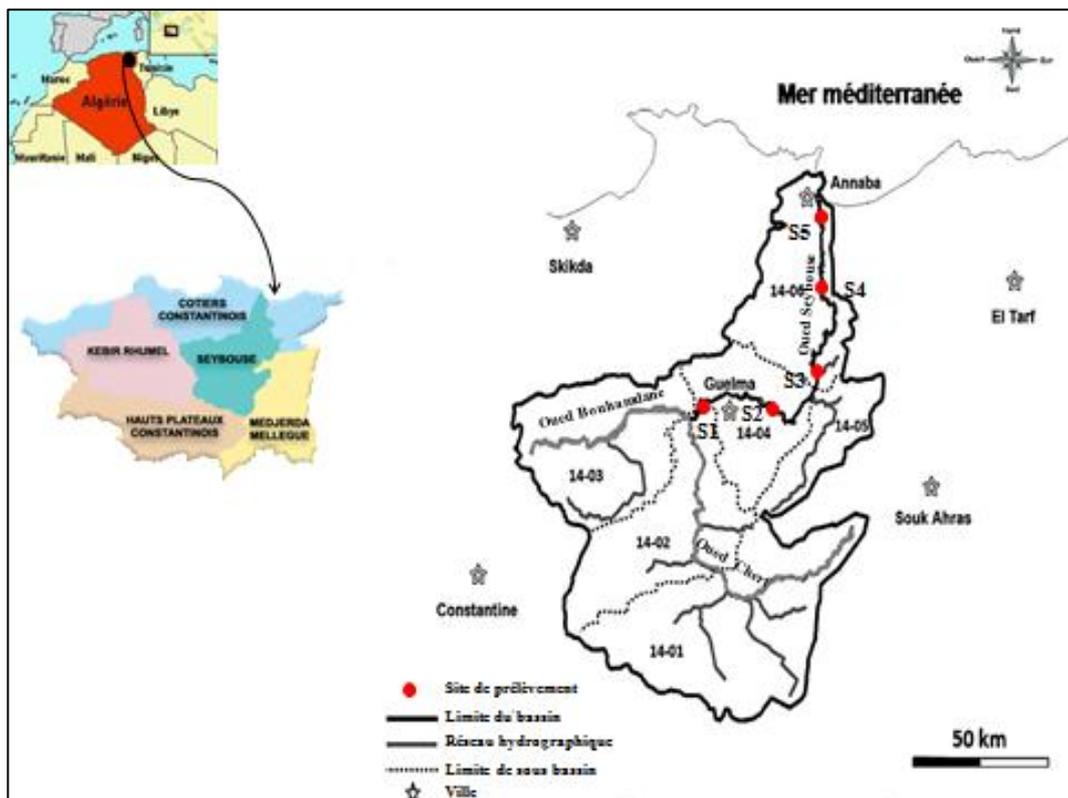


Figure 14 : Bassin versant de la Seybouse et sites de prélèvement

Tableau 9 : Caractéristiques morpho dynamiques moyennes des stations étudiées (Reggam A. ,2015)

Paramètres					
Stations	Altitude (m)	Largeur (m)	Profondeur (m)	Vitesse (m/s)	Localisation géographique
S1	280	35	0,5	1,53	Latitude : E : 007° 18.740' Longitude : N :36° 26.587' Altitude (m) :280
S2	150,4	30	0,6	1,03	Latitude : E : 007° 32.057' Longitude : N : 36° 28.103' Altitude (m) :150,4
S3	69	45	1,0	0,36	Latitude : E : 007° 42. 829' Longitude : N : 36° 32. 091' Altitude (m) : 69,0
S4	16,5	40	0,9	0,37	Latitude : E : 007° 46.596' Longitude : N : 36° 39.584' Altitude (m) : 16,5
S5	5	70	1,5	0,02	Latitude : E : 007° 46.066' Longitude : N :36° 51.689' Altitude (m) :5

Elles ont été retenues pour leur accessibilité et elles reflètent l'état réel de l'eau de surface de l'Oued Seybouse.

1. Site de prélèvement 01 (Medjaz Amar)

Est située en amont. Il a permis d'évaluer la qualité de l'eau après la confluence des deux oueds (Oued Cherf et Oued Bouhamdane). Ce site est caractérisé par la présence de rejet des eaux usées générées par l'agglomération de Medjaz Amar et ses activités agricoles (Photo 1).



Photo 1 : Site de prélèvement N° 01 Medjaz Amar

2. Site de prélèvement 02 (Zamzouma)

Est situé en aval de la commune de Boumahra Ahmed, après la ville de Guelma (chef-lieu de la wilaya) et caractérisé par une pollution domestique, industrielle (usine de carrelage et de marbre) et agricole assez remarquable (Photo2).



Photo 2 : Site de prélèvement N° 02 Zamzouma

3. Site de prélèvement 03 (Boudaroua)

Est situé en dehors des zones urbaines mais près des activités agricoles intenses (Photo3).



Photo 3 : Site de prélèvement N° 03 Boudaroua

4. Site de prélèvement 04 (Chihani)

Délimite le village de Chihani (wilaya d'El-Tarf), région dominée par ces grandes aires de pâturage et d'élevage des bovins et des champs cultivés (Photo4).



Photo 4 : Site de prélèvement N° 04 Chihani

5. Site de prélèvement 05 (Sidi Salem)

A été prise à 150 m avant l'embouchure dans la Méditerranée (wilaya d'Annaba). Il est situé près d'une importante activité industrielle (FERTIAL, Raffinage d'huiles et FERROVIAL), des stations d'essence et de lavage (Photo5).



Photo 5 : Site de prélèvement N° 05 Sidi Salem

Le tableau 10 présente les caractéristiques des stations étudiées.

Tableau 10 : Description des stations étudiées et leurs caractéristiques biotiques et abiotiques. (Reggam A. ,2015)

Stations	Substrats	Paramètres				Observations et Raison d'être
		Activités humaines		Habitat Biotique		
		Agricultures	Industrielles et autres	Animaux	Végétations	
S1	Rocks, Mésoolithal (Galets avec gravier et sable) Limons Vases Ripisylve	Vergers, Cultures maraichères, Cultures céréales et Pépinières	Néant Pâturage Natation Irrigation	Poissons Oiseaux Papillons Grenouilles	<i>Nerium oleander</i> <i>Phragmites australis</i> <i>Typha latifolia</i> <i>Tamarix africana</i> <i>Juncus effusus</i>	Située en amont de l'oued, rejet domestique de village Medjez Amar, après la confluence de deux oueds
S2	Galets sable Argyllal (limons et vases, argile) Ripisylve	Vergers et Cultures maraichères	Usine de Marbre Carrelagerie Pâturage Irrigation Lavage des voitures Pêche Décharge pupliques	Poissons Oiseaux papillons grenouilles Odonates	<i>Nerium oleander</i> <i>Phragmites australis</i> <i>Typha latifolia</i> <i>Tamarix africana</i> <i>Juncus effusus</i>	Située en aval de village Zamzouma et à proximité de l'unité industrielle (carrelagerie 500m)
S3	Rock Galet Sable Vases Ripisylve	Vergers et Cultures maraichères	Néant Pâturage Irrigation Pêche	Poissons Oiseaux Grenouilles Odonates	<i>Nerium oleander</i> <i>Phragmites australis</i> <i>Typha latifolia</i> <i>Tamarix africana</i> <i>Juncus effusus</i>	Activités agricoles (vergers, cultures maraichères et pâturage)
S4	Rock Galets Argile Vases Ripisylve	Vergers et Cultures maraichères	Néant Pâturage Irrigation	Poissons Oiseaux Papillons Odonates Tortue Margaritifera	<i>Nerium oleander</i> <i>Phragmites australis</i> <i>Typha latifolia</i> <i>Tamarix africana</i> <i>Juncus effusus</i>	Zone de grandes influences agricoles et domestiques de village Chihani
S5	Sable Vases Ripisylve	Vergers et Cultures maraichères	FERTIAL Raffinage d'huiles FERROVIAL Station de Lavage Pompe à essence Pêche à la ligne Pâturage Ouverture d'une chaussée à pont sur l'embouchure	Odonates Poissons Grenouilles Canard Oiseaux	<i>Nerium oleander</i> <i>Phragmites australis</i> <i>Typha latifolia</i> <i>Tamarix africana</i> <i>Juncus effusus</i>	Localisé à 150 mètres avant l'embouchure dans la Méditerranée (recevant les effluents domestiques, agricoles et industriels)

Pour réaliser notre travail, nous avons effectué un suivi mensuel sur une période de 4 mois entre janvier à avril 2014. Les analyses ont porté sur 8 paramètres physico-chimiques qui sont : température, pH, conductivité, salinité, oxygène dissous, potentiel redox et turbidité, composants azotés, Ca^{2+} , K^+ , $CaCO_3$, SO_4^{3+} et PO_4^{3-} ...etc. Suivant des méthodes standardisées (Rejsek, 2002 ; Rodier *et al.*, 1984).

Les mesures ont été effectuées au niveau du laboratoire de l'STEP (Station de Traitement des Eaux Potables) de Hammam Debagh.

2.1.2. Matériel de prélèvement

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté. Il conditionne les résultats analytiques et l'interprétation qui en sera donnée. L'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques physicochimiques de l'eau (gaz dissous, matières en suspension, etc.) (Rodier *et al.*, 2005). Le matériel de prélèvement doit faire l'objet d'une attention particulière. Les

échantillons d'eau ont été prélevés à l'aide de bouteilles en plastique, préalablement rincées avec l'eau de la station.

2.1.3. Méthode de prélèvement

Le mode de prélèvement varie suivant l'origine de l'eau. Dans le cas d'une rivière, d'une nappe ouverte (bassin), d'un réservoir, la bouteille est plongée à une certaine distance du fond (50cm) et de la surface, assez loin de rive ou des bords ainsi que pour des obstacles naturels ou artificiels, en dehors des zones mortes ou des remous, et en évitant la remise en suspension des dépôts. (Rodier *et al.*, 1984)

Durant les prélèvements, les flacons sont rincés trois fois avec de l'eau à analyser puis remplis jusqu'au bord. Le bouchon est placé de telle manière à ce qu'il n'y ait aucune bulle d'air et qu'il ne soit pas éjecté au cours du transport. Les prélèvements s'effectuent dans les meilleures conditions de stérilisation.

2.1.4. Transport et conservation au laboratoire

Tout flacon d'échantillonnage doit être clairement identifié et être accompagné d'informations suffisantes concernant l'échantillon.

Les prélèvements sont transportés dans des glacières dont la température doit être comprise entre 4 à 6 °C. (Rejsek, 2002).

2.2. Méthode d'analyse

2.2.1. Différents paramètres

Un paramètre est un élément analysé au niveau de la composition de l'eau (présence et quantité). Pour chaque paramètre est déterminée une limite de qualité, qui fixe la quantité supérieure à ne pas dépasser.

Les directives européennes et françaises fixent des normes de qualité pour l'eau et regroupe 62 paramètres de qualité classés en 6 catégories :

- ❖ **Organoleptiques** : mesure du goût et de l'aspect de l'eau (couleur...) ;
- ❖ **Physico-chimiques** : le pH (acide ou basique), la température, la conductivité, la teneur en chlorures, sulfates...
- ❖ **Substances indésirables** : nitrates, fer, manganèse...

2.2.1.1. Paramètres organoleptiques

A. Turbidité

La turbidité représente l’opacité d’un milieu trouble. C’est la réduction de la transparence d’un liquide due à la présence de matière non dissoutes. Elle causée, dans les eaux par la présence de matière en suspension fine, comme l’argile, les limons, les grains de silice. Une faible part de la turbidité peut due à la présence de matières colloïdales d’origine organique ou minérale. (Rejsek, 2002).

La mesure est effectuée avec un turbidimètre appelé aussi néphélomètre, du type : HACH 2100N .

Elle exprimée en :

- NTU (Nephelometric Turbidity Unit).
- FTU (Formazine Turbidity Unit).
- JTU (Jackson Turbidity Unit).

2.2.1.2. Paramètres physico-chimiques

A. pH

L’acidité, la neutralité ou l’alcalinité d’une solution aqueuse peut s’exprimer par la concentration en H_3O^+ (notée H^+ pour simplifier). De manière à faciliter cette expression ; on utilise le logarithme décimal de l’inverse de la concentration en ion H^+ : c’est le pH, il est inférieur ou supérieur à sept suivant que l’eau est acide ou basique. Le pH n’a pas de signification hygiénique mais il présente une notion très importante pour la détermination de l’agressivité de l’eau.

Le pH des eaux naturelles est lié à la nature des terrains traversés. Habituellement il varie entre 7,2 et 7,6 (Bremond et Vuichard 1973). Cependant, dans certains cas, il peut varier de 4 à 10 en fonction de la nature acide ou basique des terrains traversés. Des pH faibles augmentent le risque de présence de métaux sous une forme ionique plus toxique. Des pH élevés augmentent les concentrations d’ammoniac, toxique pour les poissons (DE Villers *et al.*, 2005) (Tab.11).

Tableau 11 : Classification des eaux d’après leur pH [2]

pH	Nature de l’eau
pH<5	Acidité forte : présence d’acides minéraux ou Organiques dans les eaux naturelles

pH=7	PH neutre
7 <pH<8	Neutralité approchée : majorité des eaux de surface
5,5<pH<8	Majorité des eaux souterraines
pH>8	Alcalinité forte, évaporation intense

Nous avons mesuré le pH par multi paramètre, du type : *WTW multi 1971* qui donne directement la valeur du pH de l'échantillon.

B. Température

La température à une grande importance dans l'étude et la surveillance des eaux (les eaux souterraine et superficielles). La température des eaux de surfaces variée selon plusieurs facteurs, saisonniers et autres.

L'élévation de la température s'accompagne d'une diminution de la densité, d'une réduction de la viscosité, d'une augmentation de la tension de vapeur saturante à la surface et d'une diminution de la solubilité des gaz, en plus cette augmentation de la température favorise l'autoépuration, et accroît la vitesse de sédimentation (Loup, 1974)

La mesure de la température est effectuée sur le terrain à l'aide d'un multi paramètre (*WTW multi 1971*) portatif . Nous lirons directement la température exprimée en degré Celsius (C°).

C. Conductivité

La conductivité est liée à la présence d'ions en solution. Elle dépend de la nature des ions dissous et leurs concentrations (DE Villers *et al.*, 2005).

Selon Rejsek (2002), la température et la viscosité influent également sur la conductivité car la mobilité des ions augmente avec l'augmentation de la température et diminue avec celle de la viscosité. La conductivité des eaux s'exprime en micro siemens par centimètre ($\mu\text{S}/\text{cm}$) (Detay, 1993). Le tableau au- dessous présente la relation entre la conductivité électrique et la minéralisation globale.

Tableau 12 : Relation entre la minéralisation et la conductivité électrique (Rodier *et al.*, 1984).

Conductivité électrique	Taux de minéralisation
CE < 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Minéralisation très faible
100 < C.E < 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Minéralisation faible
200 < C.E < 333 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Minéralisation moyenne
333 < C.E < 666 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Minéralisation moyenne accentuée

666 < C.E < 1000 $\mu\text{s/cm}$	Minéralisation importante
C.E > 1000 $\mu\text{s/cm}$	Minéralisation élevée

La conductivité est très utile pour mettre en évidence la qualité de l'eau (Tab.13).

Tableau 13 : Guide de la conductivité d'une eau destinée à la consommation humaine (Aouissi, 2010)

Conductivité à 20°C ($\mu\text{S/cm}$)	Qualité de l'eau
50 à 400	Qualité excellente
400 à 750	Bonne qualité
750 à 1500	Qualité médiocre mais eau utilisable
>1500	Minéralisation excessive

La mesure est effectuée sur le terrain par un multi paramètre (*WTW multi 1971*) .

Portatif adéquat, que nous plongeons l'électrode de l'appareil dans l'eau à analyser.

D. Salinité

Dans la plupart des rivières, le risque d'une salinité excessive due à la présence de chlorure de sodium et en particulier lorsque l'irrigation est pratiquée à grande échelle, il y a un réel danger que la salinité soit trop forte et l'eau pourrait devenir impropre à l'irrigation. La mesure est effectuée in site par le même multi paramètre .

E. Potentiel redox

Dans les systèmes aqueux, le potentiel redox affecte les états d'oxydation des éléments (H, C, N, O, S, Fe...). Dans une eau bien oxygénée, les conditions d'oxydation dominent. Quand la concentration d'oxygène diminue, le milieu devient plus réducteur ; ce qui se traduit par une réduction du potentiel redox (DE Villers *et al*, 2005). La mesure est réalisée in site par un multi paramètre (*WTW multi 1971*) portatif .

F. Oxygène dissous

La présence de l'oxygène dans les eaux est le résultat des échanges entre l'atmosphère et la surface de l'eau ainsi que de l'activité photosynthétique du phytoplancton (Alzieu, 1989). La concentration en oxygène dissous varie de manière journalière et saisonnière car elle dépend de nombreux facteurs ; tels que la pression partielle en oxygène de l'atmosphère, la

température de l'eau, la salinité, la pénétration de la lumière, l'agitation de l'eau et la disponibilité en nutriments (Rodier, 1996). Cette concentration dépend également de la vitesse d'appauvrissement du milieu en oxygène par l'activité des organismes aquatiques et les processus d'oxydation et de décomposition de la matière organique présente dans l'eau (Thierrin *et al.*, 2001).

La détermination de l'oxygène dissous (O_2) est réalisée au terrain à l'aide d'un multi paramètre portable . La concentration en oxygène dissous dans l'eau est communément exprimée en milligramme par litre (mg/l) ou en pourcentage de saturation (Laurentides, 2009).

2.2.1.3. Paramètres de minéralisation globale

A. Calcium (Ca^{2+})

Le calcium est un composant majeur de la dureté de l'eau. Sa teneur est liée directement à la nature géologique des terrains traversés. Il existe à l'état d'hydrogénocarbonates et en quantité moindre, sous forme de sulfates, chlorure...etc. Sa présence dans l'eau est liée principalement à deux origines naturelles, soit la dissolution des formations carbonatées $CaCO_3$, soit la dissolution des formations gypseuses ($CaSO_4$) (Berne et Jean, 1991). L'influence de calcium sur la santé de l'individu a été souvent discutée. Cependant, les chercheurs et les études statistiques ont montré qu'il n'y aurait pas de relation dose effet avec la teneur de cet élément dans l'eau. Les eaux potables, de bonne qualité, renferment de 100 à 140 mg/l de calcium soit 150 à 200mg/l en CaO ou 250 à 350 mg/l en $CaCO_3$ (Rodier, 1996)

➤ Dosage du calcium

Méthode titrimétrie à l'EDTA

Le dosage doit être réalisé en milieu alcalin, pH est rendu supérieur à 12 par l'addition de deux (2ml) d'une solution d'hydroxyde de sodium (NaOH), l'indicateur de la fin de réaction, le murexide, forme un complexe avec les ions calcium de coloration rouge. Au fur et mesure de l'ajout de l'EDTA, les ions calcium se séparent du complexe avec l'indicateur pour se complexer avec l'EDTA. La fin de la réaction est visualisée par l'indicateur devenu libre, de couleur violet (Cardot et Gilles, 2003).

Expression des résultats

La concentration de calcium, en mg/l est donnée par la formule suivante :

$$[Ca^{2+}] \text{ mg/l} = V_{EDTA} * F * 8$$

B. Potassium (K^+)

Le potassium provient de l'altération des formations silicatées (gneiss, schistes), des argiles potassiques, de certains rejets industriels et de la dissolution des engrais chimiques (NPK). (Rodier, 2005).

➤ **Dosage de Potassium**

Le potassium est dosé par un Photomètre multi paramètres de type HI 83200 .

C. Sulfate (SO_4^{3-})

Les sulfates sont des composés naturels des eaux. Ils sont d'origine naturelle (gypse, pyrite, volcans), industrielle (industrie pétrolière, tannerie, papeterie, industrie textile) et proviennent aussi des produits de traitement agricole (Gaujous, 1995).

➤ **Dosage des sulfates**

Les ions sulfates sont précipités en milieu chlorhydrique à l'état de sulfate de baryum. Après l'étalonnage de spectrophotomètre . Le dosage se réaliser selon les étapes suivantes :

- ❖ Prendre 20ml de l'eau à analyser puis compléter à 100 ml d'eau distillée.
- ❖ Ajouter 5ml de la solution stabilisante.
- ❖ Ajouter 2ml de chlorure de baryum.
- ❖ Agiter pendant 1 minute puis passer au spectrophotomètre au 420 nm.

2.2.1.4. Paramètres concernant des substances indésirables

A. Nitrate (NO_3^-)

Les nitrates se trouvant naturellement dans les eaux, proviennent en grande partie de l'action de l'écoulement des eaux sur le sol constituant le bassin versant (Bremond et Vuichard 1973). Ils sont issus de réduction des nitrites par les microorganismes dans les plantes, le sol ou l'eau.

➤ **Dosage des nitrates**

Le dosage des nitrates s'effectue en présence de salicylate de sodium. Les nitrates donnent du paranitrosoulate de sodium coloré en jaune, peuvent être mesuré par colorimétrie.

Après l'étalonnage de spectrophotomètre le dosage se réalise selon les étapes suivantes :

- ❖ Prendre 10 ml de l'eau à analyser dans un bécher à 250ml.
- ❖ Ajouter 2 à 3 gouttes d'hydroxyde de sodium à 30%.
- ❖ Ajouter 1 ml de salicylate de sodium.
- ❖ Evaporer à sec au bain marie à 75-88°C, laisser refroidir.
- ❖ Rendre le résidu avec 2 ml d'acide sulfurique concentré et laisser reposer 10 minutes.

Ajouter 15ml d'eau distillée et 15 ml de tartrate double de sodium et de potassium puis passer au spectrophotomètre au 415 nm

B. Nitrites (NO_2^-)

Les nitrites constituent une étape importante dans la métabolisation des composés azotés. Ce sont des composés intermédiaires entre l'ammoniaque et les nitrates qui résultent de la réduction des nitrates par action bactérienne. Leur présence peut indiquer une pollution organique (faible taux d'oxygénation) mais ils aussi existent dans des eaux bien oxygénées (Benmessaoud, 2007). Leur présence est due, soit à l'oxydation bactérienne de l'ammoniaque, soit à la réduction des nitrates. Une eau contenant des nitrites est à considérer comme suspecte car cette présence est souvent liée à une détérioration de qualité microbiologique (Rejsek, 2002).

➤ Dosage des nitrites

Les ions nitrites réagissent en milieu acide avec le sulfamide en formant sel de diazonium qui avec le N-(1-naphtyl) -éthylènediamine-dichlorhydraté un colorant azoïque rouge.

Après l'étalonnage de spectrophotomètre le dosage se réalise selon les étapes suivantes :

- ❖ Prendre 50 ml de l'eau à analyser dans une fiole jaugée de 50 ml.
- ❖ Ajouter 1 ml du réactif mixte
- ❖ Attendre 10 minutes puis passer au spectrophotomètre au 543 nm.
- ❖ L'apparition de la coloration rose indique la présence des ions nitrates

C. Ammonium (NH_4^+)

Dans l'eau, l'azote se trouve sous deux formes : L'ammoniac (NH_3^+) et l'ammonium (NH_4^+). La présence de l'ammonium dans les eaux résulte le plus souvent de la décomposition de matières organique. Il est utilisé comme indicateur de pollution et il est souvent responsable de la mauvaise classe d'une rivière.

Les réactions réversibles avec l'eau sont fonction également de la température et sont les suivantes :



➤ Dosage de l'ammonium

Les ions d'ammoniums réagissent avec les ions salicylate et hypochlorite en présence de nitrosopentacyanoferrate (III) de sodium.

- ❖ Après l'étalonnage de spectrophotomètre le dosage se réalise selon les étapes suivantes :
- ❖ Prendre 20ml de l'eau à analyser.
- ❖ Ajouter 4ml du réactif I
- ❖ Ajouter 4ml du réactif II et ajuster à 50ml avec eau distillée et conserver à l'obscurité pendant 1h30 puis passer au spectrophotomètre au 655 nm.

L'apparition de la coloration verdâtre indique la présence des ions d'ammonium.

D. Phosphate (PO_4^{3-})

Le phosphate est un élément assez rare mais indispensable à tous les êtres vivants. Il entre notamment dans les cycles énergétiques cellulaires les phosphates font partie des anions facilement fixés par le sol, leur présence naturelle dans les eaux est liée aux caractéristiques des terrains traversés et à la décomposition de la matière organique. (Ramade, 1982). Les phosphates proviennent principalement de l'activité agricole, les eaux usées domestiques et de l'activité industrielle (Morabbi et Souabni, 2013)

La pollution causée par les phosphates et due en partie à des rejets d'eaux domestiques et industrielles (détergents et industries chimiques) et en partie à l'utilisation des fertilisants et des engrais considérés comme des éléments favorisant l'eutrophisation des masses d'eau stagnantes (Gaujous, 1997).

➤ Dosage de Phosphate

Le phosphate est dosé par un Photomètre multi paramètres de type HI 83200 .

Chapitre 3 : Résultat et discussion



3.1. Analyses physico-chimiques des eaux

3.1.1. Paramètres organoleptiques

3.1.1.1. Turbidité

La figure (15) illustre bien la variation de la turbidité sur les cinq sites de prélèvement. Les valeurs mensuelles enregistrées fluctuent entre 11.2 NTU enregistré en mois d'avril au site S5 et 220 NTU enregistré en mois de janvier au site (S3).

La turbidité, variait beaucoup aux sites (S1, S3 et S4), avec la moyenne des quatre mois (114.97 NTU, 134.25 NTU et 119.05 NTU sont respectivement). La matière inorganique est largement responsable de cette turbidité. Par contre il est important de souligner la très faible variation de la turbidité dans les sites de prélèvement S2 et S5 (98.92 NTU et 51.55 NTU) sont respectivement. Ces tenures élevées peuvent être le résultat d'une manifestation hydrique brutale suite à des pluies qui provoquent une augmentation des matières en suspension.

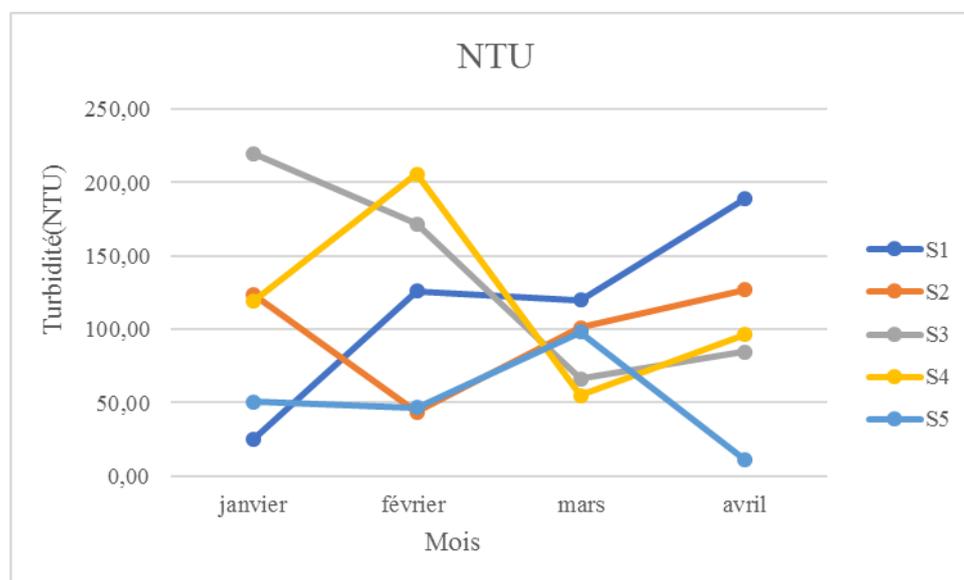


Figure 15 : Variation spatiotemporelle de la Turbidité (NTU) au niveau de l'eau de l'oued Seybouse.

3.1.2. Paramètres physico-chimiques

3.1.2.1. PH

Le pH de l'eau mesure la concentration en ions d'hydrogène (H^+), contenus dans l'eau. Il résume la stabilité de l'équilibre établi entre les différentes formes de l'acide carbonique et il est lié au système tampon développé par les carbonates et les bicarbonates.

Le pH est un facteur très dépendant des conditions naturelles du milieu, telle la couverture végétale et la nature des roches et du substrat pédologique et des activités humaines telles la pollution (Dussart, 1966 ; Bermond et Vuichard, 1973). Il diminue en présence des teneurs élevées en matières organiques et augmente en période d'étiage, lorsque l'évaporation est assez importante (Meybeck *et al.*, 1996).

Les valeurs observées (Fig. 16) révèlent que le pH est légèrement neutre à alcalin dans tous les sites échantillonnés de l’oued, aussi bien en période de pluie (mois de janvier) qu’en période sèche (mois d’avril). En effet, le pH varie entre 7.89 en mois de février et 10.36 en mois d’avril dans les sites (S2) et (S5). En effet, le pH a tendance à augmenter de l’amont vers le dernier site de prélèvement en aval oscillant entre 9.52 comme valeur minimale et 10.36 comme valeur maximale.

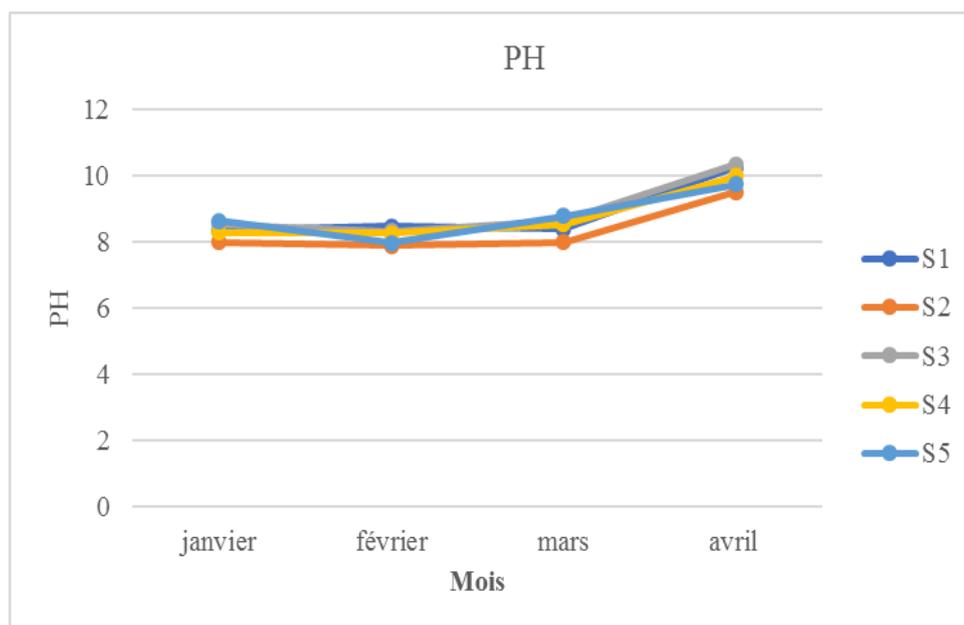


Figure 16 : Variation spatiotemporelle du PH au niveau de l’eau de l’oued Seybouse.

3.1.2.2. Température

La température de l’eau joue un rôle important par exemple en ce qui concerne la solubilité des sels et des gaz dont, entre autres, l’oxygène nécessaire à l’équilibre de la vie aquatique. Par ailleurs, la température accroît les vitesses des réactions chimiques et biochimiques d’un facteur 2 à 3 pour une augmentation de température de 10 degrés Celsius (°C) (Bouchelaghem H., 2017).

Nous avons relevé dans la région d’étude de légères variations mensuelle de la température de l’eau (Fig. 17). Dans le site (S2), la température moyenne mensuelle la plus élevée 22.5 °C a été notée en mois d’avril (période estivale), en revanche la température basse enregistrée atteint uniquement 11.01 °C en mois de janvier (période hivernale) dans le site de prélèvement (S3).

Cette variation temporelle de la température au niveau d’Oued Seybouse liée à la situation géographique de localisation, la géologie des terrains traversés, l’hydrologie de l’écosystème et surtout au climat régnant (Rodier *et al.*, 1984).

Les valeurs de ce paramètre sont influencées par la température ambiante mais également par d'éventuels rejets d'eaux résiduaires chaudes. Dans les cours d'eau à forte charge de pollution organique et d'eutrophisation, un réchauffement additionnel risque de créer un déficit en oxygène dissous et d'accentuer la toxicité de certaines substances (ammoniacque); il pourrait en résulter une diminution ou une élimination des espèces les plus oxyphiles et les plus polluosensibles (Bouchelaghem H., 2017).

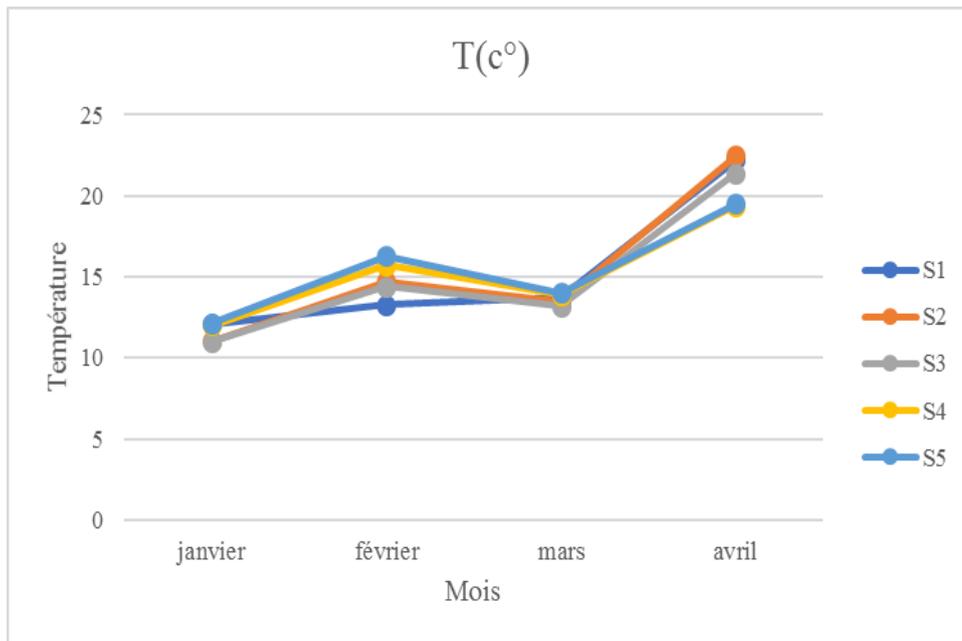


Figure 17 : Variation spatiotemporelle de la température au niveau de l'eau de l'oued Seybouse.

3.1.2.3. Conductivité

La conductivité représente la résistance qu'une eau oppose au passage d'un courant électrique. Elle est proportionnelle à la minéralisation de l'eau. Plus l'eau est riche en sels minéraux ionisés, plus la conductivité est élevée (Bontoux, 1993 ; Derwich *et al.*, 2010). La conductivité varie également en fonction de la température, donc la conductivité augmente beaucoup lorsque la température s'accroît (Rejsek, 2002).

La conductivité dans la plupart du temps, a une origine naturelle due au lessivage des terrains lorsqu'il pleut. Ce lessivage entraîne naturellement la dissolution d'un certain nombre de sels minéraux.

Les eaux analysées ont en générale une forte conductivité, qui augmente de l'amont vers l'aval, mais qui peut être notablement influencée par celles des affluents latéraux en été. Elles fluctuent entre 796 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en mois de janvier (période hivernale) et 1476 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en mois d'avril (période estivale) dans les eaux de surface au point (S4), un pic d'une valeur moyenne maximale de 4998 $\mu\text{S}/\text{cm}$ enregistré en (S5) au cours du mois de mars traduisant une forte minéralisation en ce point situé en aval de l'oued, tronçon à débit résiduel excessivement fort.

Ce pic observé justifie l'influence que peuvent avoir les activités anthropiques et la démographie (wilaya d'Annaba) sur la variation de la conductivité d'une part et l'influence des eaux de la mer méditerranée d'autre part (Fig. 18).

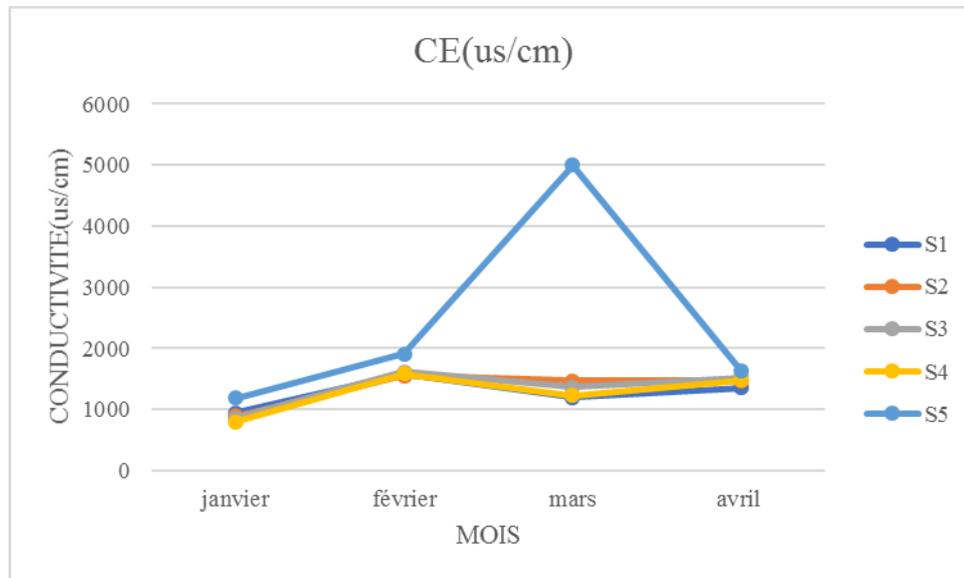


Figure 18 : Variation spatiotemporelle de la conductivité au niveau de l'eau de l'oued Seybouse.

3.1.2.4. Salinité

L'analyse des moyennes mensuelle de la salinité (Fig. 19), montre des valeurs comprises entre 0,2 ‰ en mois de janvier aux sites (S2, S3 et S4) et 2.5 ‰ en mois de mars au site (S5). Les eaux de l'oued Seybouse présentent une absence de variations de salinité importante entre l'amont (S1) (0.4‰) et l'aval Seybouse (S5) (1.07‰).

L'évolution spatiale de la salinité révèle de fortes valeurs au niveau de site (S5) en aval de l'oued vers l'embouchure et présente des valeurs allant entre 0.4 ‰ observée en mois de janvier et un pic de 0.6 ‰ enregistré en mois de mars.

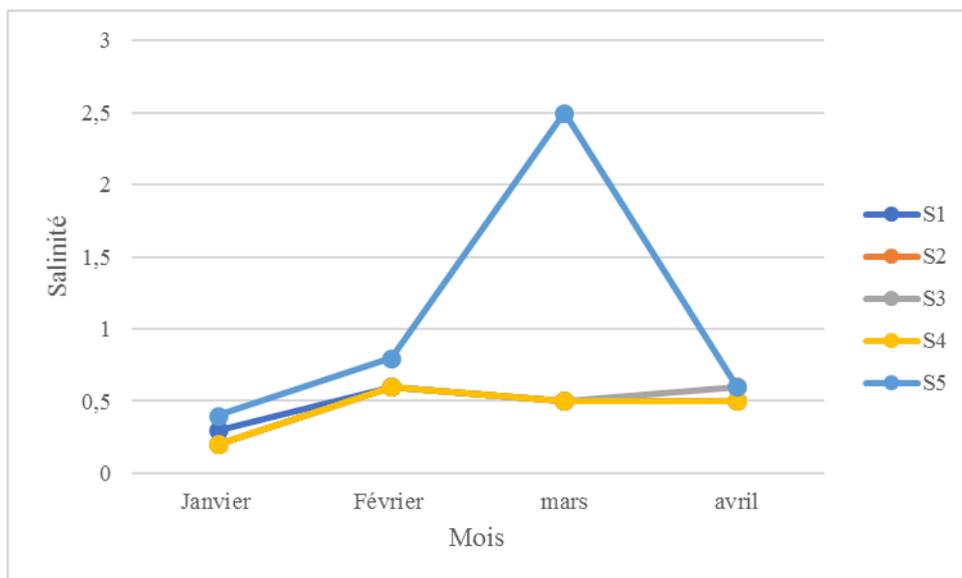


Figure 19 : Variation spatiotemporelle de la salinité au niveau de l'eau de l'oued Seybouse.

3.1.2.5. Potentiel redox

Une croissance extensive de microorganismes consommant tout l'oxygène disponible qui influe négativement sur le potentiel redox. Ce phénomène est observé dans les écosystèmes hautement pollués (Dugan, 1972 in Mouchara, 2009).

Ce paramètre nous permet de prévoir l'état des ions chimiques dans l'eau et la direction des réactions chimiques (oxydation ou réduction). Les valeurs moyennes d'Eh (Fig. 20), sont élevées dans les eaux de site (S1) avec des concentrations comprises entre - 80 mV en mois de Mars et -192 mV en mois d'Avril et fluctuent entre - 50 mV en mois de février et - 149 mV en mois d'avril au niveau de site (S2). Par contre, au niveau de site (S3), les valeurs sont plus élevées et s'échelonnent entre - 75 mV en mois de mars et -196 mV en moi d'Avril.

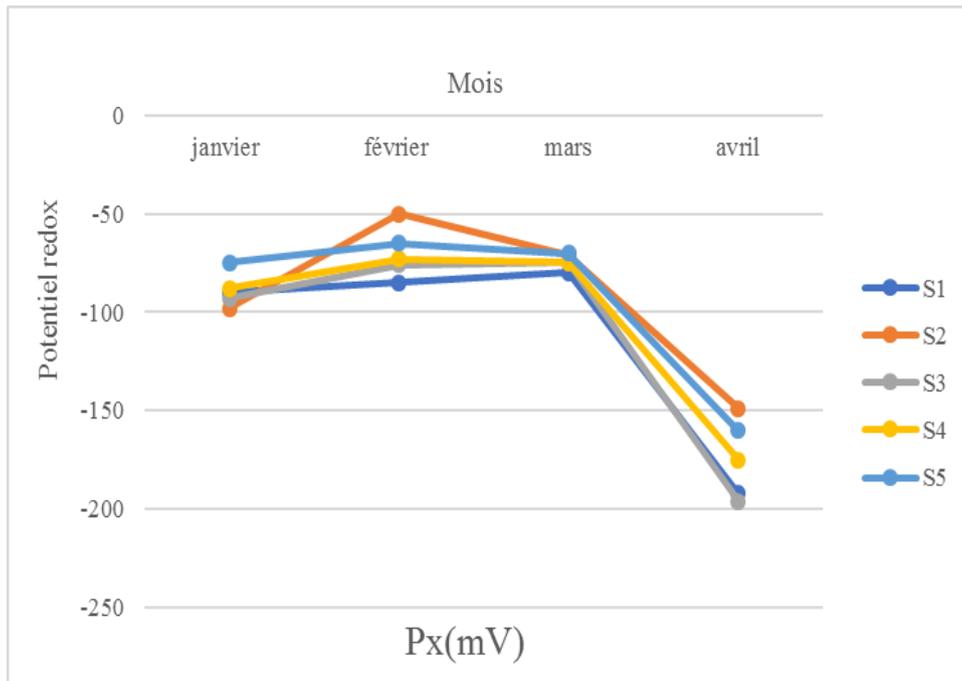


Figure 20 : Variation spatiotemporelle de potentiel redox au niveau de l'eau de l'oued Seybouse.

3.1.2.6. Oxygène dissous

L'oxygène est l'un des paramètres particulièrement utiles pour l'eau et constitue un excellent indicateur de sa qualité. C'est un des paramètres les plus sensibles à la pollution. Sa valeur nous renseigne sur le degré de pollution et par conséquent sur le degré de l'autoépuration d'un cours d'eau (Bouchelaghem H., 2017).

La quantification de la concentration de l'oxygène dissous (OD) dans l'eau d'un hydro système est un facteur assez important car il participe à la majorité des processus chimiques et biologiques dans ces milieux aquatiques (Rodier *et al.*, 1989)

L'évolution spatiotemporelle de l'oxygène dissous montre des concentrations élevées au site (S4) et (S5). En effet, les teneurs enregistrés (Fig. 21), varient entre 0.07 mg/l en mois de Février et 4.3 mg/l en mois d'Avril au site (S1) et entre 0.03 mg/l en mois de Février et 3.6 mg/l en mois d'Avril au site (S5). Les valeurs les plus faibles sont relevées dans le site (S1, S2) et s'échelonnent entre 0.02 mg/l en mois de Février (période hivernale) et 1.8 mg/l en mois d'Avril.

Ce déficit important en oxygène dissous est probablement lié aux fortes charges organiques générées par les effluents liquides (rejets domestiques) de la commune de Medjaz Amar et Zamzouma chargées de fortes concentrations de substances polluantes.

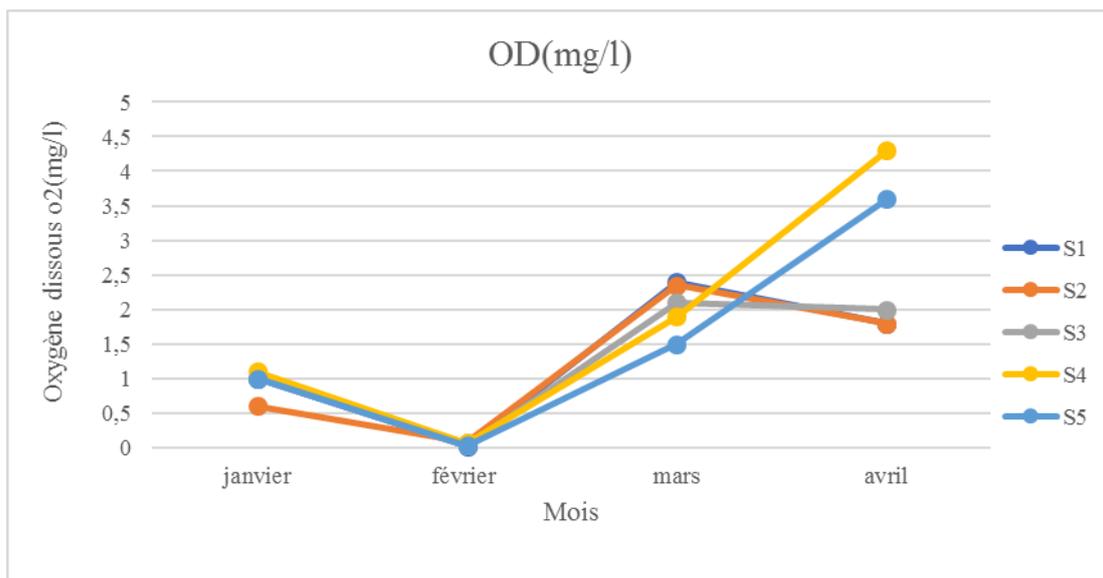


Figure 21 : Variation spatiotemporelle de l'oxygène dissous (mg/l) au niveau de l'eau de l'oued Seybouse.

3.1.3. Paramètres de minéralisation globale

3.1.3.1. Calcium (Ca²⁺)

Les teneurs en calcium dans les cours d'eau naturel varient en fonction de la nature géologique des bassins versants. Sur l'ensemble de la période d'étude, les teneurs des eaux en calcium (Fig. 22), oscillent régulièrement entre les sites échantillonnés. Les valeurs les plus élevées sont observées au niveau de site (S2) avec des moyennes variantes entre 70.56 mg/l en mois d'Avril et 260 mg/l en mois de Mars. Les sites (S1, S3 et S4) affichent des valeurs moins élevées à celles relevées au site (S2), elles sont de l'ordre de 70 mg/l et 200 mg/l. Par contre les teneurs des eaux en calcium sont très faibles au site (S5), 60 mg/l en mois de janvier et 109.76 mg/l en mois d'Avril. Ces teneurs peuvent être lié à la nature du terrain traversé.

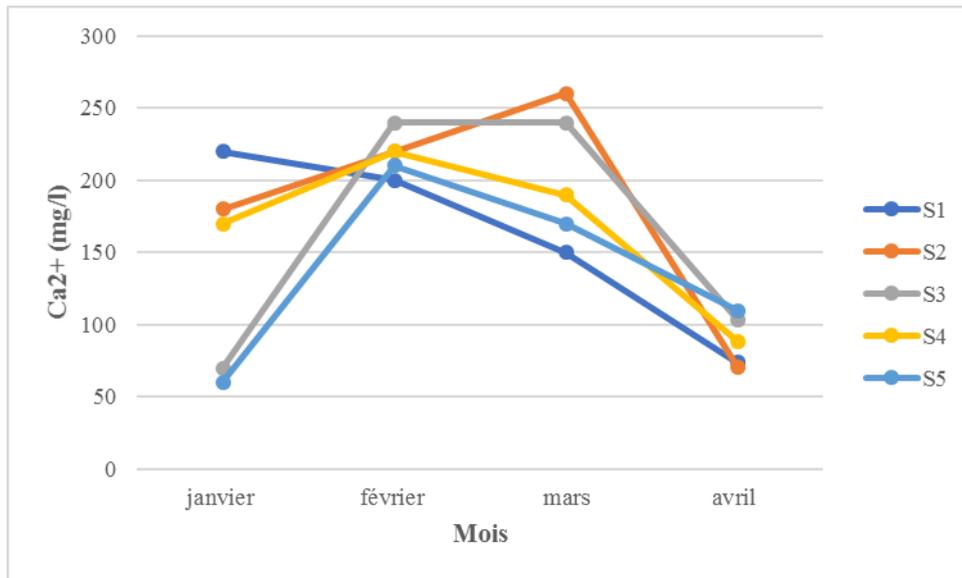


Figure 22 : Variation spatiotemporelle de calcium au niveau de l'eau de l'oued Seybouse.

3.1.3.2. Potassium (K⁺)

Le potassium provient de l'altération des formations silicatées (gneiss, schiste), des argiles potassiques et de la dissolution des engrais chimiques.

La concentration en magnésium généralement ne varie pas entre les quatre premiers sites (S1, S2, S3 et S4) (Fig. 23). Dans les échantillons d'eau analysés, les teneurs en potassium variaient entre 10 mg/l observée au niveau de Site (S2) en mois de Février et 140 mg/l enregistrée au niveau de site (S5) en en mois d'Avril. Au niveau de site (S5), la concentration en ions de potassium atteint son pic pour une valeur maximale qui est de l'ordre de 140 mg/l, alors que la teneur minimale a été observée au niveau de site (S2), à 10 mg/l.

Cette augmentation peut être liée à l'entrée des eaux marines (la mer méditerranée)

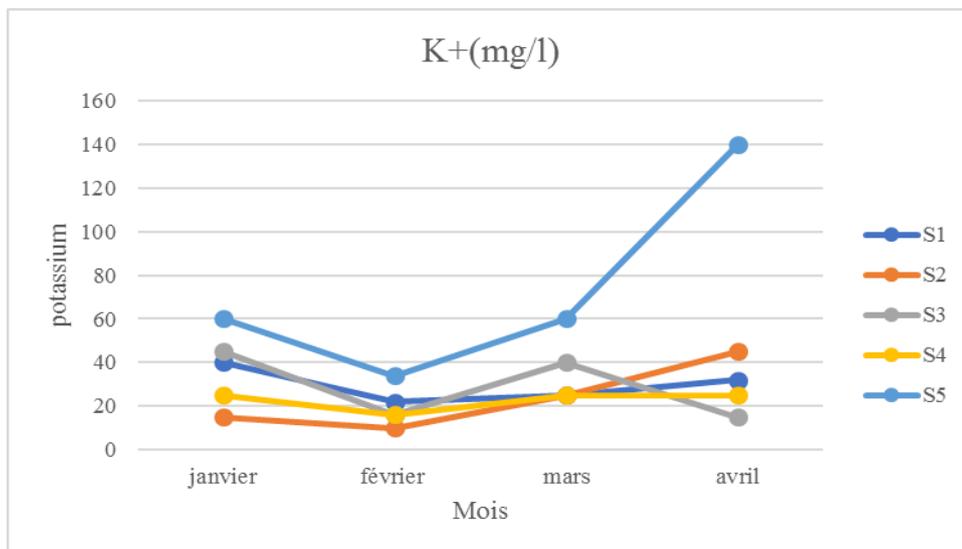


Figure 23 : Variation spatiotemporelle du potassium au niveau de l'eau de l'oued Seybouse.

3.1.3.3. Sulfate (SO₄⁻³)

La présence des ions sulfate dans l'eau est liée à la dissolution des formations gypseuses. L'analyse spatiotemporelle des variations des sulfates a montré, que les sites étudiés (Fig. 24), affichent des moyennes qui dessinent une diminution de l'amont vers l'aval avec 236.25 mg/l enregistrées au niveau de site (S1), 157.5 mg/l enregistrées au niveau de site (S2), 161.25mg/l enregistrées au niveau de site (S3), 153.75mg/L enregistrées au niveau de site (S4) et 116.25mg/l enregistrées au niveau de site (S5). Dans le site (S1) et (S4) les teneurs mensuelles présentent une variation importante et atteignent leurs plus grandes valeurs en mois d'Avril avec 450 mg/l et 400mg/l respectivement. Cette évolution est due à l'effet des activités de pâturage et des eaux usées générées par l'agglomération de Medjez Amar et ses activités agricoles que le lit de l'oued accueille directement sans traitement préalable.

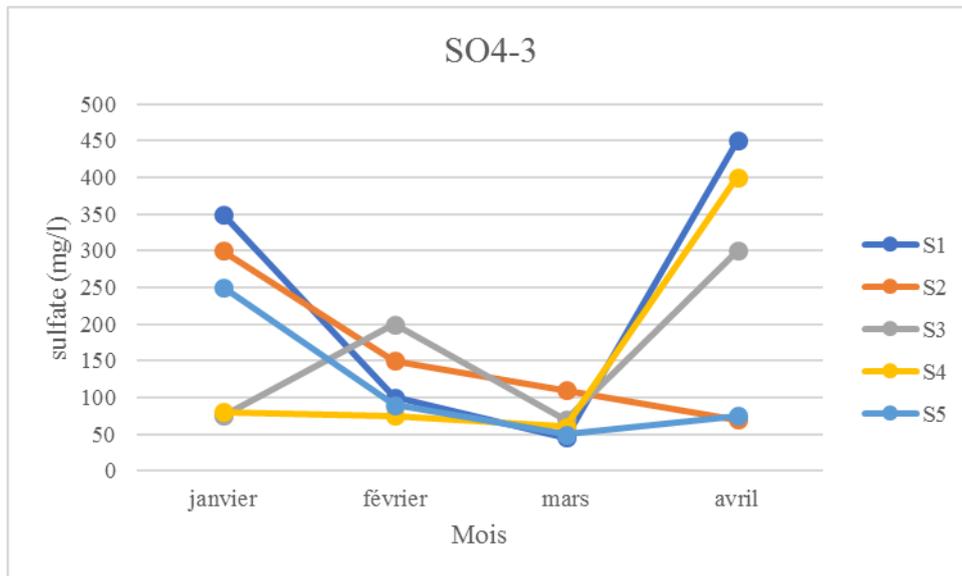


Figure 24 : Variation spatiotemporelle des sulfates au niveau de l'eau de l'oued Seybouse.

3.1.4. Paramètres concernant des substances indésirables

3.1.4.1. Nitrate (NO₃⁻)

La pollution azotée peut être estimée par le dosage des teneurs en nitrates et en ions ammonium. Les ions nitrates (NO₃⁻) représentent la forme la plus soluble de l'azote, sa présence dans les eaux de surface est liée à l'utilisation intensive des engrais chimiques (Chapman et Kimstach 1996).

La courbe des teneurs en nitrates dans les eaux de l'oued Seybouse (Fig. 25), montre une légère variation de ces teneurs qui oscillent entre 12.8 mg/l dans le site (S3) et 20.72 mg/l dans le site (S1). La teneur maximale est observée au niveau de site (S2) avec une valeur de l'ordre 35.5mg/enregistré en mois de Mars. Les activités agricoles et l'élevage intensif aux

bordures de l’oued pourraient expliquer cette forte concentration en nitrates dans l’eau de cet oued. Les teneurs minimales sont observées au niveau de site (S2 et S3) 1.1mg/l et 1.4mg/l respectivement.

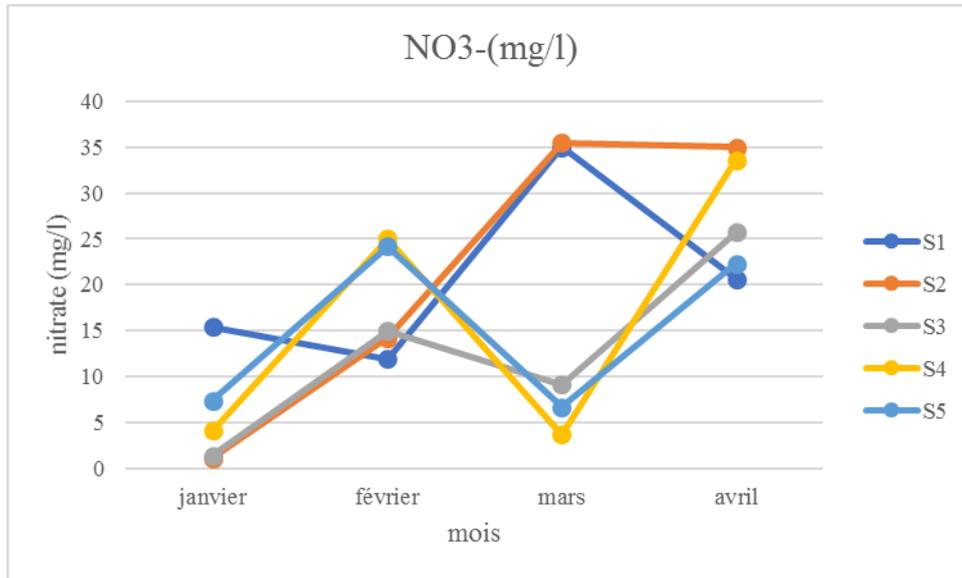


Figure 25 : Variation spatiotemporelle des nitrates au niveau de l’eau de l’oued Seybouse.

3.1.4.2. Nitrite (NO²⁻)

Les nitrites sont considérés comme étant des ions intermédiaires entre les nitrates et l’azote ammoniacal, ce qui explique les faibles concentrations rencontrées en milieu aquatique (quelques micromoles par litre d’azote nitreux). Son origine est liée à l’agriculture ou aux rejets urbains et industriels.

L’analyse du profil de nitrites (Fig. 26), montre que les teneurs varient entre 0,06 mg/l (comme valeur minimale enregistrée en mois de Février dans le site (S1)) et 0.98mg /l (comme valeur maximale enregistré en mois d’Avril dans le site (S5)). Cette augmentation est due à la présence des rejets industriels (FERTIAL, Raffinage d’huiles et FERROVIAL) au niveau de site (S5).

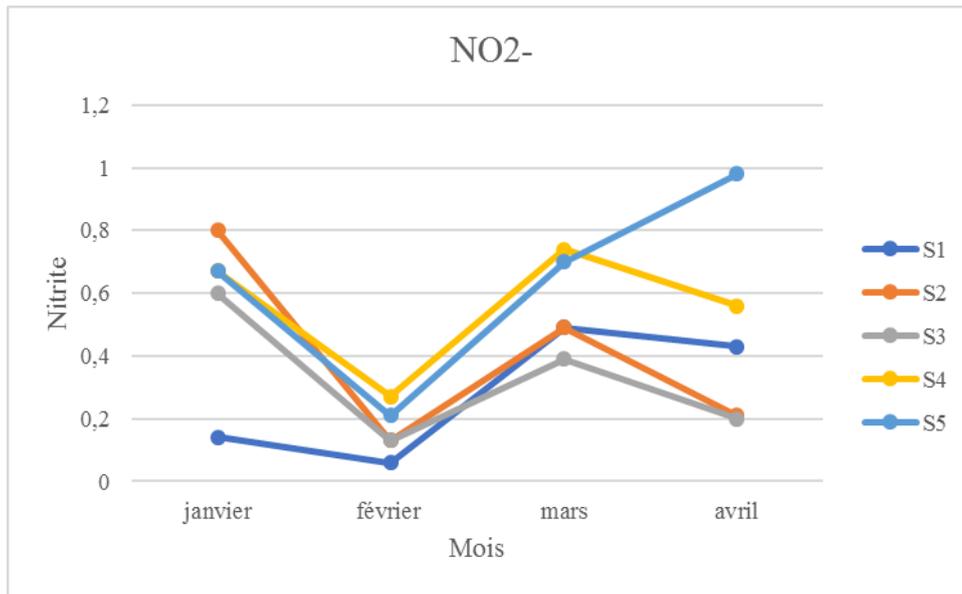


Figure 26 : Variation spatiotemporelle des nitrites au niveau de l'eau de l'oued Seybouse.

3.1.4.3. Ammonium (NH⁴⁺)

L'ion ammonium est la principale forme de l'azote dans la nature (Derwich *et al.*, 2002). Il provient des conditions d'anaérobiose des écosystèmes (Chapman et Kimstach 1996). Au niveau de l'Oued Seybouse, les teneurs en ammonium augmentent de l'amont vers l'aval, 0.78mg/l comme valeur minimale enregistrée dans le site (S1) et 2.32mg /l (comme valeur maximale enregistré dans le site (S4) (Fig.27).

Cette augmentation peut être expliquée par l'existence des contacts entre les déchets ou les urines (pâturages) avec ce point d'eau ou peut être due au lessivage mois

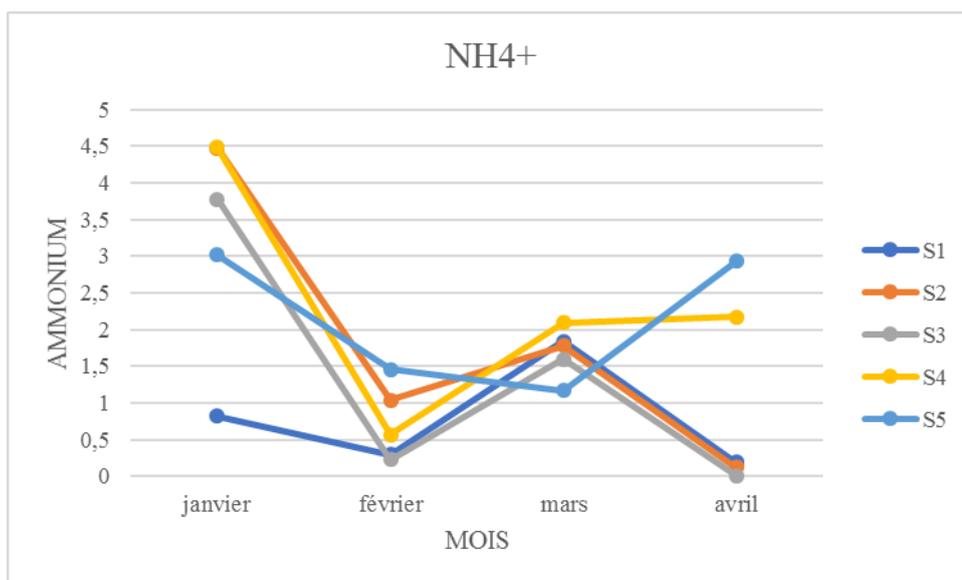


Figure 27 : Variation spatiotemporelle d'ammonium au niveau de l'eau de l'oued Seybouse.

3.1.4.4. Ortho phosphate (PO_4^{-3})

Le phosphore est l'un des nutriments les plus importants dans la nature. Il représente un élément biogène indispensable à la croissance des algues, des bactéries et des protozoaires. Les teneurs élevées de cet élément dans les eaux de surface peuvent entraîner leur eutrophisation (Vilain, 1989), et représente un élément biogène indispensable à la croissance des algues.

Les concentrations en ortho-phosphates exhibent des taux importants durant le mois de janvier au niveau de site (S4 et S5) et qui sont de l'ordre de 17,90 mg/l et 12.50 mg/l respectivement. Elles sont faibles au niveau de site (S1 et S4) 0.4mg/l et 0,7mg/l respectivement (Fig.28).

Ces teneurs sont les conséquences des rejets des eaux usées générées par l'agglomération de la commune de Chihani (willaya el Taraf) et Sidi Salam (Willaya d'Annaba) et ses activités agricoles proches des sites. L'élévation de teneur en ortho phosphate pendant le mois de Janvier (période hivernale) pourrait être liée à l'accentuation du lessivage des sols.

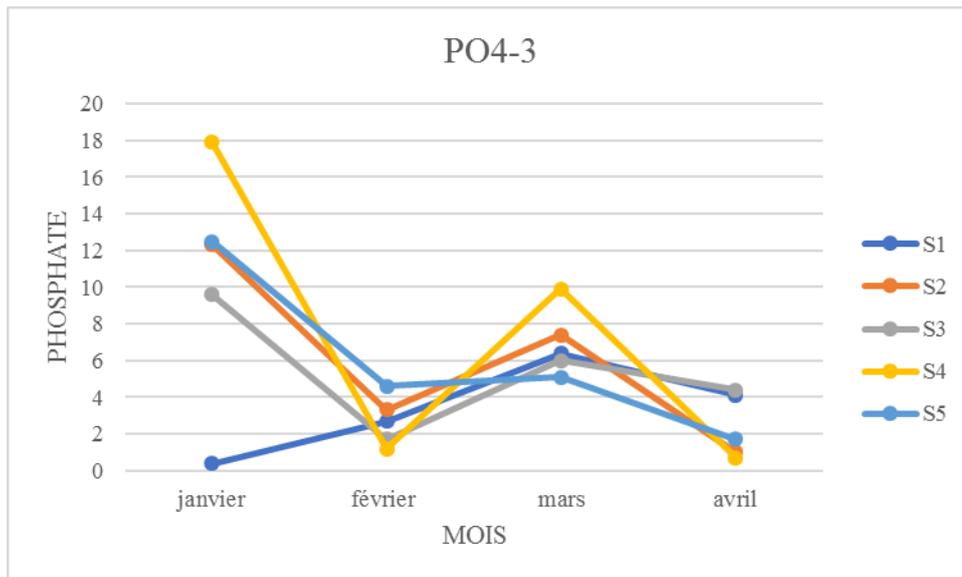


Figure 28 : Variation spatiotemporelle des phosphates au niveau de l'eau de l'oued Seybouse.

Conclusion



CONCLUSION GENERALE

La Seybouse est considérée parmi les oueds les plus importants à l'échelle nationale, Il occupe la 3^{ème} place quant à la superficie de son bassin versant après l'oued Cherf et l'oued Medjerda, cette étude a été menée dans le but de déterminer la qualité physico-chimique de l'eau de l'oued Seybouse (Nord-Est de l'Algérie).

Les eaux de l'oued Seybouse sont confrontées à une pollution d'origine multiple, elle est soit naturelle soit anthropique étant donné qu'elle reçoit directement des rejets industriels et urbains. L'analyse des paramètres physico-chimiques a montré que les eaux de surface sont chargées en Ca^{2+} , Mg^{2+} , et SO_4^{2+} , NH_4^+ , PO_4^{3-} et NO_3^- ... Ces éléments sont soit d'origine naturelle (éléments majeurs) ou d'origine anthropique.

La zone d'étude fait partie du bassin versant de l'oued Seybouse. Du point de vue climatique, il s'agit d'un bassin à un climat méditerranéen, caractérisée par deux saisons distinctes, l'une sèche et chaude et l'autre pluvieuse et froide. Elle reçoit une moyenne annuelle de pluie de 600 mm. Sous une température moyenne oscillant entre 10,18°C en janvier et 27.85°C en juillet.

Le suivi spatio-temporel de plusieurs paramètres physico-chimiques de l'eau de l'Oued Seybouse nous a fourni l'image d'une pollution relativement intense qui se traduit par une importante charge minérale et organique à l'aval de l'Oued, principalement dans le site de prélèvement (S5) (Sidi Salem). Les concentrations de turbidité sont assez élevées pendant le mois de Janvier dans le site de prélèvement (S3) située en dehors des zones urbaines. La caractérisation physico-chimique de l'eau montre que la conductivité électrique est forte (2432 $\mu\text{S}/\text{cm}$) avec un pH neutre à légèrement basique.

En général, la qualité des eaux de l'oued Seybouse connaît de sérieux problèmes liés soit à la pollution d'ordre naturel (c.-à-d. les caractéristiques hydrogéologiques de la zone d'étude), soit à la pollution d'ordre anthropique (rejets domestiques, rejets industriels et activités agricoles, soit à l'envasement).

En fin de cette étude, pour améliorer la qualité des eaux de surface, nous recommandons dans un avenir très rapproché le respect des mesures suivantes :

- ✓ La sensibilisation des riverains de l'oued ;
- ✓ La sensibilisation de ses utilisateurs et la population locale ;
- ✓ Le traitement adéquat de tous les rejets domestiques devient une opération impérative.

Références bibliographiques



Références bibliographiques

Introduction

Cuq J.L. (2007). Microbiologie Alimentaire. Edition Sciences et Techniques du Languedoc. Université de Montpellier, P20, P25.

Debieche T.H. (2002). Évolution de la qualité des eaux (salinité, azote et métaux lourds) sous l'effet de la pollution saline, agricole et industrielle : Application à la basse plaine de la Seybouse - Nord-Est Algérien. Thèse de doctorat, de l'université De Franche-Comté. 200p.

Djabri L., Ferrah Y., Bouhsina S., Cazier F., Hani A., Djabri Y., Pulido Bosch A. et Same H. (2012). Etats de la qualité des eaux en Algérie : cas des cours d'eau en région méditerranéenne (Kebir est, Seybouse et Medjerda), (extrême est algérien). XII Journées Nationales Génie Côtier – Génie Civil Cherbourg. P 865

Gerard G. (1999). L'eau, milieu naturel et maîtrise, Édition INRA : Volume 1, 204p.

Gleick P.H. (1993). « Water resource: A long range global evaluation » EcologyLaw Quarterly Vol. 20, No1. P141, P149.

Kherifi N. et Achi I. (2016). Caractéristiques physico-chimiques d'un cours d'eau (cas de l'Oued Charef) dans la région de Guelma (Nord-est algérien). Mémoire de Master. Université 8 Mai 1945 Guelma.

Koller E. (2004). Traitement des pollutions industrielles ; eau, air, déchets, sols, boues, édition Dunod, Paris.

Roux D. (1987). Office International de L'eau : L'analyse biologique de l'eau. TEC et DOC. Paris. 229P.

Chapitre 1

Bechiri N. (2011). Evolution du chimisme des eaux de surface et Souterraines dans le bassin versant de la Seybouse (Nord-Est Algérien). Mémoire de magister. Université Badji Mokhtar-Annaba. P4, P7, P8, P53.

Benchabane R. et Merzoug N. (2015). Contribution à l'étude de la qualité bactériologique et phytoplanctonique de l'eau du marais de Bousedra el Bouni (Annaba). Mémoire de Master. Université du 08 Mai 1945-Guelma-71 p.

Bouchaala L. (2010). Contribution à l'étude de la qualité microbiologique et physicochimique de l'eau de l'Oued-Zénati (Guelma). Mémoire de Magister. Université de 08 Mai 1945-Guelma-. 137 p.

Boucherit A. et Hakimi H. (2016). Contribution à l'étude de la qualité physico chimique et bactériologique de l'eau du Barrage Hammam Debegh-Guelma. Mémoire de Master. Université du 08 Mai 1945-Guelma-. 67 p.

Bouras Z. et Sekfali S. (2013). Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux superficielles « cas d'Oued Zénati » (Nord - Est Algérien). Mémoire de Master. Université 8 Mai 1945 de Guelma. P6.

Chibani S. (2009). Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique et microbiologique des eaux de surfaces et souterraines de la région de Ain Makhoulf (Wilaya de Guelma). Mémoire de Magister. Université de 08 Mai 1945-Guelma-. 104 p.

Debieche T.H. (2002). Evolution de la qualité des eaux (salinité, azote et métaux lourds) sous l'effet de la pollution saline, agricole et industrielle. Application à la basse plaine de la Seybouse Nord-Est algérien. Thèse de Doctorat. Univ. De Franche-Comté. 199 p.

Emsalem R. (1986). Climatologie Générale. Edition. I.P.E.N.A.G. Tome 1. 198p.

Gaud B. (1976). Etude hydrogéologique du système aquifère d'Annaba – Bouteldja (synthèse des connaissances et recherche des conditions de modélisation) Rapport de l'ANRH. Algérie. 151p.

Hamzaoui W. (2007). Caractérisation de la pollution des eaux en milieu industriel et urbain. Cas de la plaine d'El Hadjar". Mémoire de magister, IST. Université d'Annaba. P84.

Hani A. (2003). Analyse méthodologique de la structure et des processus anthropiques : application aux ressources en eau d'un bassin côtier méditerranéen". Thèse de doctorat d'état, Es. Sciences. Université d'Annaba. 213 p.

Khadri S. (2009). Qualité des eaux de la vallée de la Seybouse dans sa partie aval : Impacts des néofacteurs de pollution. Mémoire d'ingénieur. Université d'Annaba. 134 p.

Kherici N. (1993). Vulnérabilité à la pollution chimique des eaux souterraines d'un système de nappes superposées en milieu industriel et agricole (Annaba la Mafragh (Nord - Est Algérien)). Thèse de doctorat. Es-Sciences. Université d'Annaba.170 p.

Ladlani I. (2007). Contribution à la gestion optimale de la ressource en eau mobilisée « choix de formule empirique pour l'estimation de l'évapotranspiration potentielle "ETP" " dans les régions de Tébessa et Annaba ». Mémoire de magister. Université de Batna. P29, P31.

Lounnas A. (2009). Amélioration des procédés de clarification des eaux de la station Hamadi- Kroma de Skikda. Mémoire de Magister. Université de Skikda (Algérie). 120 p.

Mekaoussi N. (2014). Comportement des éléments chimiques dans les eaux de surface de Hammam Debagh (est Algérien). Mémoire de Magister. Université de Batna (Algérie). 126 p.

Metahri MS. (2012). Elimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées, par des procédés mixtes. Cas de la STEP Est de la ville de Tizi-Ouzou. Thèse de Doctorat. Université de Tizi-Ouzou (Algérie). 172 p

Reggam A. (2015). Contribution à l'étude de la qualité microbiologique et physico-chimique des eaux d'Oued Seybouse. Thèse de doctorat. Université 8 mai 1945 Guelma. P3.

Taghzout F. (2015). Impact environnemental des rejets d'eau le long du littoral occidental Algérien. Mémoire de Magister. Université d'Oran (Algérie). 170 p.

Site web :

[01] <https://fr.oceancampus.eu/cours/7Mc/la-pollution-de-leau> (Consulté le 30/05/2021).

Chapitre 2 :

- Aouissi A. (2010).** Microbiologie et physico-chimie de l'eau des puits et des sources de la région de Guelma (Nord-Est de l'Algérie). Mémoire de Magister en Hydro-écologie. Université de Guelma. 120 p.
- Alzieu C. (1989).** L'eau : milieu de culture. In Aquaculture. 2^{ème} Edition TECHNIP et Doctorat, Tome 1, P16, P43.
- Benmessaoud F. (2007).** Qualité physico-chimique, métallique et bactériologique des eaux de l'estuaire du Bou regreg et impact sur la biologie et la démographie de *Venerupis decussata* (LINNE, 1758) et *Cardium edule* (LINNE, 1767). Thèse de doctorat d'état. Université Mohammed v- agdal. 20p.
- Berne. F et Jean C. (1991).** Traitement des eaux, Édition TECHNIP, Paris, 306 p.
- Bremont R. et Vuichard R. (1973).** Paramètres de la qualité des eaux, OSPEPE, Paris.
- Cardot C. et Gilles A. (2013).** Analyse des eaux réglementations, analyse volumétriques et spectrophotométriques. Statistique cours et exercices corrigés, Edition ellipse marketing, Paris, P325.
- DE Villers J., Squilbin M. et Yourassowsky C. (2005).** Qualité physicochimique et chimique des eaux de surface. Institut Bruxellois pour la gestion de l'environnement.
- Detay M. (1993).** Le Forage D'eau ; Réalisation, Entretien Et Réhabilitation. Masson. 379p.
- Gaujous D. (1995).** La pollution des milieux aquatiques, aide-mémoire, pp : 40-183, Paris.
- Gaujous D. (1997).** La pollution des milieux aquatiques, aide-mémoire, pp : 40-184, Paris.
- Laurentides C.R.E. (2009).** L'oxygène dissous .P4.
- Loup J. (1974).** Les eaux terrestres, Masson et Cie, Paris.
- Morabbi A. et Souabni O. (2013).** Caractérisation de la qualité des ressources en eau dans le sous bassin Ksob (Région d'Essaouira, Maroc). Mémoire de licence. Université cadi ayyad, P27, P28.
- Ramade F. (1982).** Eléments D'écologie, Ecologie Appliquée. L'action De L'homme Sur La Biosphère. 2^{ème} édition. Paris. Masson. 422 p.
- Reggam A. (2015).** Contribution à l'étude de la qualité microbiologique et physico-chimique des eaux d'Oued Seybouse. Thèse de doctorat. Université 8 mai 1945 Guelma. P32, P33.
- Rejsek F. (2002).** Analyse des eaux, Aspects réglementaires et techniques. Série Sciences et technique de l'environnement. 360p.
- Rodier J. (1996).** L'analyse De L'eau ; Eaux Naturelles, Eaux Résiduelles, Eaux De Mer. 8^{ème} édition. Dunod. 1383 p.
- Rodier J., Bazin C., Broutin J.P., Chambon P., Champsaur H. et Rodi L. (2005).** L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, chimie, physico-chimie, microbiologie, biologie, interprétation des résultats. Ed. Dunod, Paris, 1384 p.

Rodier J., Beuffr H., Bournaud M., Broutin J.P., Geoffray Ch., Kovacsik G., Laport J., Pattee E., Plissier M., Rodi L. et Vial J. (1984). L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. 7e édition. Ed. Dunod, 5p.

Thierrin J., Steffen P., Cornaz S., Vualaz F.D., Balderer W., Looser M., Zpbrit J. et Zumstein J. (2001). Guide pratique de l'échantillonnage des eaux souterraines. Société Suisse D'Hydrogéologie. 57p.

DE Villers *et al.*, (2005). Qualité physico-chimique et chimique des eaux de surface : cadre général. Les données de l'IBGE : "L'eau à Bruxelles".

SITE WEB :

[2][https://www.oieau.fr/ReFEA/fiches/AnalyseEau/Physico_chimie_PresGen.htm#:~:text=A nalyse%20physico%2Dchimique%2F%20Pr%EF%BF%BDsentation%20generale&text=La%20temp%C3%A9rature%20de%20l'eau,la%20temp%C3%A9rature%20\(conductivit%C3%A9%20notamment\).&text=La%20temp%C3%A9rature%20doit%20%C3%AAtre%20mesur%C3%A9e%20in%20situ.\(Consulté le 18/05/2021\)](https://www.oieau.fr/ReFEA/fiches/AnalyseEau/Physico_chimie_PresGen.htm#:~:text=A nalyse%20physico%2Dchimique%2F%20Pr%EF%BF%BDsentation%20generale&text=La%20temp%C3%A9rature%20de%20l'eau,la%20temp%C3%A9rature%20(conductivit%C3%A9%20notamment).&text=La%20temp%C3%A9rature%20doit%20%C3%AAtre%20mesur%C3%A9e%20in%20situ.(Consulté le 18/05/2021))

Chapitre 3

Bermond R. et Vuichaard R. (1973). Les paramètres de la qualité des eaux. Documentation Française, Paris.

Bontoux J. (1993). Introduction à l'étude des eaux douces, eaux naturelles eaux usées, eaux de boisson. Cebedoc ed., Liège, p169.

Bouchelaghem H. (2017). Approche spatio-temporelle de l'ichtyofaune du bassin de la Seybouse (Algérie, Nord-Est). Thèse de doctorat. Université 8 mai 1945- Guelma. 151p

Chapman D. and Kimstach V. (1996). Selection of water quality variables. Water quality assessments: a guide to the use of biota, sediments and water in environment monitoring, Chapman edition, 2nd ed. E & FN Spon, London, pp: 59-126.

Derwich E., Benaabidate L., Zian A., Sadki O. et Belghity D. (2010). Caractérisation Physico-chimique des eaux de la nappe alluviale du Haut Sebou en aval de sa confluence avec Oued Fes. Larhyss Journal 8: 101-112.

Dussart B. (1966). Limnologie : Etude des eaux continentales. Gauthier-Villars. Ed., Paris.

Meybeck M., Friedrich G., Thomas R. and Chapman D. (1996). Rivers. Water quality assessments: a guide to the use of biota, sediments and water in environment monitoring, Chapman edition, 2 ed. E & FN Spon, London.

Mouchara N. (2009). Impacts des lâchées de barrage Hammam Debagh sur la qualité des eaux de la vallée de la Seybouse dans sa partie amont (Nord-Est Algérien). Thèse de Magister. Université d'Annaba. 141p.

Rejsek F. (2002). Analyse des eaux, Aspects réglementaires et techniques. Série Sciences et technique de l'environnement. 360p.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Rodier J., Beuffr H., Bournaud M., Broutin J.P., Geoffray Ch., Kovacsik G., Laport J., Pattee E., Plissier M., Rodi L. et Vial J. (1984). L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. 7e édition. Ed. Dunod : 5 pp.

Vilain M. (1989). La production végétale : la maîtrise de technique de la production. ED. Lavoisier (ed.J. Bailliére). Vol 2. Paris- France. Voisines. - Cartes et coupes Géologiques.

Annexes

Tableau 5 : Evaluation des températures mensuelles de la région d'étude (Station de Guelma /Années 2011_2020).

Mois	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Juin.	Juill.	Aout.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
T(moy)	10,18	10,40	13,14	16,19	19,34	24,21	27,85	27,77	24,16	20,21	15,18	11,55
T(max)	19,15	20,80	24,78	28,22	32,98	37,67	40,49	39,73	34,63	31,08	25,30	20,19
T(min)	4,75	4,40	6,61	9,13	11,30	15,68	18,79	19,22	17,42	13,81	9,76	6,43

Tableau 6 : Evaluation mensuelle des humidités relatives de la région d'étude (Station de Guelma (2011_2020)

Mois	Humidité
Jan.	77,03
Fév.	75,48
Mar.	73,43
Avr.	71,18
Mai	66,12
Jui.	57,38
Juill.	54,03
Aout.	54,31
Sept.	65,43
Oct.	68,66
Nov.	74,18
Déc.	76,74

Tableau 8 : Température moyenne mensuelle et précipitation moyenne mensuelle (Station Guelma/2011_2020).

Mois	T(°C)	P (mm)
Jan.	10,18	78,27
Fév.	10,40	73,14
Mar.	13,14	81,94
Avr.	16,19	45,80
Mai	19,34	32,38
Jui.	24,21	11,15
Juill.	27,85	4,16
Aout.	27,77	24,11
Sept.	24,16	40,54
Oct.	20,21	59,88
Nov.	15,18	78,17
Déc.	11,55	66,21

Tableau 14 : les normes de qualité de l'eau .OMS

Paramètres	Unités	Résultat d'analyse		Normes
		Min	Max	
Turbidité	NTU	11,2	220	140
PH	-	7,89	10,39	6,5 < pH < 8,5
Température	°C	11,01	22,5	25
Conductivité	µS/cm	796	4998	(1000 Eau de surface) / (870 N d'irrigation)
Salinité	%	0,2	2,5	1,5
Potentiel redox	mV	-196	-50	
Oxygène dissous	mg/l	0,02	4,3	<1
Calcium	mg/l	60	260	250
Potassium	mg/l	10	140	12
Sulfate	mg/l	116,25	450	250
Nitrate	mg/l	1,1	35,5	50
Nitrite	mg/l	0,06	0,98	0,1
Ammonium	mg/l	0,78	2,32	0,5
Ortho phosphate	mg/l	0,4	17,90	(2,68 eau de surface)/ (5 eau d'irrigation)

Résumé

La pollution des eaux est une notion qui est en constante évolution. Elle constitue aujourd'hui une véritable menace pour l'environnement et bien sûr pour la santé de l'homme, à cause de leurs bonnes caractéristiques hydro climatiques et surtout de leurs situations géographiques, les plaines de Guelma, d'Annaba et de Tarf sont sollicitées par deux domaines qui contribuent à la détérioration de leurs eaux : l'agriculture et l'industrie.

Notre étude porte sur la qualité des eaux de surface cas de l'oued Seybouse sur la période de 4 mois entre janvier à avril 2014.

L'objectif de cette étude a évalué la qualité physico-chimique de ce hydro-système. Le suivi a été réalisé sur cinq points de prélèvement couvrant la Seybouse de son amont jusqu'à son estuaire et a duré un cycle de quatre mois. Les paramètres physico-chimiques suivis sont la température, le pH, la conductivité électrique, la turbidité, les nitrites et nitrates, les ions ammonium, le calcium, le magnésium et le potassium.

Nos résultats nous montrent d'une manière générale que la conductivité électrique est assez importante dans l'aval de l'oued ($2432\mu\text{S}/\text{cm}$), une turbidité égale à 134.25 NTU et des teneurs moyennes des nitrates, phosphates et sulfates de 17.35 mg/l, 5.65 mg/l et 165 mg/l sont respectivement.

Cette étude montre une pollution agricole importante évoluant dans le temps et dans l'espace notamment dans l'oued Seybouse.

Mots clés : Oued Seybouse, Eau surface, Pollution, Qualité de l'eau, Physico-chimie.

تلوث المياه هو مفهوم يتطور باستمرار. اليوم يشكل تهديداً حقيقياً للبيئة وبالطبع على صحة الإنسان، بسبب خصائصها المائية والمناخية الجيدة وخاصة مواقعها الجغرافية، فإن سهول قالمة و عنابة وطرف تجاذبها منطقتان تساهمان في تدهور المياه: الزراعة والصناعة. تركز دراستنا على جودة المياه السطحية لوادي سيبوس خلال فترة 4 أشهر بين يناير وأبريل 2014 من المنبع إلى مصبه Seybouse تهدف هذه الدراسة إلى تقييم الجودة الفيزيائية والكيميائية لهذا النظام المائي. تم إجراء المراقبة في خمس نقاط لأخذ العينات تغطي واستمرت دورة مدتها أربعة أشهر. المعلمات الفيزيائية والكيميائية التي يتم رصدها هي درجة الحرارة، ودرجة الحموضة، والتوصيل الكهربائي، والعاكسة، والنترات، وأيونات الأمونيوم، والكالسيوم، والمغنيسيوم، والبوتاسيوم، ومتوسط محتوى NTU تظهر لنا نتائجنا بشكل عام أن التوصيل الكهربائي مهم جداً في اتجاه مجرى الوادي (2432 درجة مئوية / سم)، وتعكر يساوي 134.25. النترات والفوسفات والكبريتات 17.35 ملجم / لتر، 5.65 ملجم / لتر. و 165 مجم / لتر على التوالي. تُظهر هذه الدراسة وجود تلوث زراعي كبير يتطور في الزمان والمكان على وجه الخصوص في وادي سيبوس. **الكلمات المفتاحية:** وادي سيبوس، المياه السطحية، التلوث، جودة المياه، الكيمياء الفيزيائية

Abstract

Water pollution is a concept that is constantly evolving. Today it constitutes a real threat to the environment and of course to human health, because of their good hydro-climatic characteristics and especially their geographical locations, the plains of Guelma, Annaba and Tarf are solicited by two areas that contribute to the deterioration of their waters: agriculture and industry.

Our study focuses on the quality of the surface water of the Seybouse wadi over the 4-month period between January and April 2014.

The objective of this study evaluated the physico-chemical quality of this hydro-system. The monitoring was carried out at five sampling points covering the Seybouse from its upstream to its estuary and lasted a cycle of four months. The physico-chemical parameters monitored are temperature, pH, electrical conductivity, turbidity, nitrites and nitrates, ammonium ions, calcium, magnesium and potassium.

Our results show us in general that the electrical conductivity is quite important in the downstream of the wadi ($2432\mu\text{S}/\text{cm}$), a turbidity equal to 134.25 NTU and average contents of nitrates, phosphates and sulphates of 17.35 mg / l, 5.65 mg / l and 165 mg / l are respectively.

This study shows a significant agricultural pollution evolving in time and in space in particular in the Wadi Seybouse.

Keywords: Oued Seybouse, Surface water, Pollution, Water quality, Physico-chemistry.